

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ  
КЫРГЫЗСКО-РОССИЙСКИЙ СЛАВЯНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

---

**РЕСУРСОВОСПРОИЗВОДЯЩИЕ,  
МАЛООТХОДНЫЕ И ПРИРОДООХРАННЫЕ  
ТЕХНОЛОГИИ ОСВОЕНИЯ НЕДР**

**Материалы XIV Международной конференции**

*Москва (Россия) – Бишкек (Кыргызстан)  
14–20 сентября 2015 г.*



**REPRODUCE OF THE RESOURCES,  
LOW-WASTE AND ENVIRONMENTAL  
TECHNOLOGY EXPLOITATION  
OF MINERAL RESOURCES**

**Proceedings of the XIV International conference**

**Москва  
2015**

УДК 553:504.062(063)  
ББК 26.325  
Р43

Ответственные редакторы:  
доктор технических наук, профессор *А.Е. Воробьев*;  
доктор экономических наук,  
кандидат технических наук *Т.В. Чекушина*

Р43      **Ресурсовоспроизводящие, малоотходные и природо-  
охранные технологии освоения недр** : материалы  
XIV Международной конференции. Москва (Россия) –  
Бишкек (Кыргызстан) 14–20 сентября 2015 г. / под ред.  
А. Е. Воробьева, Т. В. Чекушиной. – Москва : РУДН,  
2015. – 413 с. : ил.

УДК 553:504.062(063)  
ББК 26.325

ISBN 978-5-209-06655-2

© Коллектив авторов, 2015  
© Российский университет дружбы народов,  
Издательство, 2015

## ПРЕЗИДИУМ ОРГАНИЗАЦИОННОГО КОМИТЕТА

---

**Нифадьев В.И.**, академик НАН Кыргызстана, д.т.н., проф., ректор Кыргызско-Российского Славянского университета им. Б.Н. Ельцина, Кыргызстан  
**Воробьев А.Е.**, д.т.н., проф., зав.кафедрой Нефтепромышленной геологии, горного и нефтегазового дела Российского университета дружбы народов, Россия

## ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

---

**Абтахи Бехруз**, к.б.н., доц., научный представитель Ирана в России, Прибалтики и Средней Азии, Иран  
**Агабалян Ю.А.**, д.т.н., проф. Ереванского политехнического университета, Армения  
**Газалиев А.М.**, д.х.н., проф., ректор Карагандинского государственного технического университета, Казахстан  
**Гладуш А.Д.**, к.т.н., проф., проректор Российского университета дружбы народов  
**Дребенштедт К.**, к.т.н., проф., проректор Фрайбергской горной академии, Германия  
**Инго Валгма**, д.т.н., проф., директор Горного института Таллиннского технического университета, Эстония  
**Косарев Н.П.**, д.т.н., проф., ректор Уральского государственного горного университета, Россия  
**Лисов В.И.**, д.э.н., проф., ректор РГГУ-МГРИ, Россия  
**Лоцев Г.В.**, к.т.н., доц., декан Естественно-технического ф-та КРСУ, Кыргызстан  
**Маралбаев А.О.**, к.т.н., проф., директор Горного института им. У.А. Асаналиева, Кыргызстан  
**Мохсен Афшарчи**, проф., ректор Университета Занджан, Иран  
**Прангишвили А.И.**, академик АНГ, проф., ректор Грузинского технического университета, Грузия  
**Санакулов К.**, д.т.н., проф., ректор Навоийского государственного горного института, Узбекистан  
**Синсни Брайс**, доктор, ректор Национального университета Бенина  
**Таймасханов Х.Э.**, д.т.н., проф., ректор Грозненского государственного нефтяного технического университета, Россия  
**Чекушина Т.В.**, к.т.н., д.э.н., доц., с.н.с., ученый секретарь научного совета РАН по проблемам обогащения полезных ископаемых, ИПКОН РАН, Россия  
**Черкашин В.И.**, д.г.-м.н., проф., директор Института геологии ДГЦ РАН, Россия  
**Шамшиев О.Ш.**, д.г.-м.н., проф., директор Института геотехнологии и природопользования, Кыргызстан  
**Умаров Ф.Я.**, к.т.н., доц., декан Горного ф-та ТашГТУ, Узбекистан

## РЕСУРСОВОСПРОИЗВОДЯЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОСВОЕНИЯ НЕДР И ФОРМИРОВАНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

### ИННОВАЦИОННОЕ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕ НА ОСНОВЕ РЕСУРСОВОСПРОИЗВОДЯЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ КАК СРЕДСТВО РЕАЛИЗАЦИИ СТРАТЕГИИ ИНДУСТРИАЛЬНО-ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ

*Воробьев А.Е.*

Российский университет дружбы народов, г. Москва, Россия

В конце 20 века горная наука получила принципиально новый вектор развития [1], основной идеологией которого стало целенаправленное промышленное (техногенное) воспроизводство минеральных ресурсов в литосфере, обязанное перераспределению полезных компонентов, рассеянных в горном массиве, с последующим формированием техногенных промышленных месторождений.

К настоящему времени ресурсовоспроизводящие технологии получили полноценное и всестороннее теоретическое обоснование [2], на них запатентовано свыше 150 изобретений (преимущественно автором статьи) и дальше они должны получить четкое научное таксонометрическое распределение (рис. 1).



Рис. 1. Группировка факторов, определяющих эффективность ресурсовоспроизводящих технологий недропользования

Первоначально ресурсовоспроизводящие технологии должны подразделяться в соответствии со средой своего размещения и функционирования.

Здесь наибольшее распространение (на практике и в плане теоретического обоснования) получили технологии, которые могут быть применены при открытых разработках, т.е. на земной поверхности (рис. 2).

Что касается возможного функционирования ресурсовоспроизводящих технологий в гидросфере, то это научное направление пока еще не вышло за рамки теоретического обоснования и все еще представлено только отдельными патентными разработками по улучшению качества минерального сырья в прибойной шельфовой зоне [3].

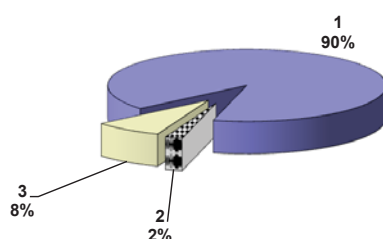


Рис. 2. Количество разработок ресурсовоспроизводящих технологий:  
1 – на земной поверхности; 2 – в гидросфере; 3 – в литосфере

В этом случае, в качестве перерабатываемого минерального сырья наиболее целесообразно использовать труднорастворимые в воде полезные ископаемые (например, цирконсодержащие).

Так, при отработке месторождений цирконсодержащих руд попутно извлекаемые некондиционные руды и цирконсодержащие породы рационально складировать в шельфовой зоне. Для чего сначала на наклонном основании мелководья 2 морского залива формируют каналы 3, глубиной 2-3 м и шириной 1,5-3,5 м, ориентированные перпендикулярно движению воды 4 (рис. 3). После этого отсыпают некондиционную горную массу 5, содержащую цирконий преимущественно в виде циркона, который исключительно устойчив к воздействию кислот, щелочей, солей и других химических реагентов.

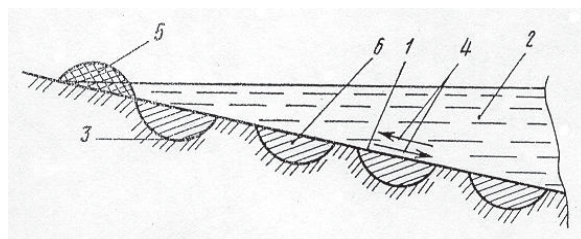


Рис. 3. Схема формирования техногенного месторождения в прибрежной зоне:  
1 – наклонное основание; 2 - мелководье; 3 – каналы; 4 – движение воды; 5 – горная масса; 6 – тяжелая масса

В период хранения циркониевых пород, содержащие его минералы осадут в каналах 3, а пустая порода будет вымываться. Это происходит вследствие того, что породообразующие минералы имеют обычно удельную массу  $0,2-2,5 \text{ г/см}^3$ , а циркон и

другие циркониевые минералы - более  $4,5 \text{ г/см}^3$ . Под воздействием потоков воды в зоне приобоя происходит сегрегация горной массы по ее весу.

Кроме этого, в результате длительного перемива пород морскими водами в канавах 3 остаются только наиболее устойчивые, без каких-либо микровключений, разновидности циркония, а посторонние микровключения (как наиболее подверженные процессам выветривания) разрушаются и продукты их разложения уносит поток воды.

В результате, в канавах 3 остаются циркониевые руды, минералы которых природными процессами уже практически подготовлены к обогащению: они находятся в естественном извлеченном состоянии, их зерна освобождены от сростков друг с другом и от породообразующих минералов, а также отсортированы по крупности.

Если же рассматривать ресурсовоспроизводящие технологии, предлагаемые к осуществлению в глубинах литосферы (недрах), то здесь (без существенного техногенного вмешательства – целенаправленной подачи энергии и реагентов) их процессы довольно трудно осуществимы.

Данное обстоятельство определено фундаментальными законами термодинамики, следствие которых предполагает необходимость использования дополнительной энергии и вещества, т.к. имеющихся в пределах определенного участка литосферы явно не хватает и поэтому природные процессы рудообразования к настоящему времени ограничили сложившимся состоянием (сформировалось месторождение полезных ископаемых, или рудопроявление, или зона металлосодержащих горных пород, или массив «пустых» горных пород).

Так, в условиях недостатка природной энергии рациональнее осуществлять процесс не перераспределения в пространстве имеющихся рассеянных полезных компонентов, а синтез нового полезного ископаемого [4], например, нефтеподобных соединений (с использованием предварительно накопленной энергии органического вещества).

Кроме этого, весьма важным является изучение и последующая разработка ресурсовоспроизводящих технологий, соответствующих предварительно проведенным технологическим преобразованиям горной массы, т.е. образованным при этом побочным техногенным продуктам (минеральной массы отвалов, складов, хвостов и шламоохранилищ, шлаков, кеков и т.д.).

Это объясняется тем, что, во-первых, возникающие при предшествующей переработке полезных ископаемых различные техногенные минеральные формы обуславливают разные ресурсовоспроизводящие технологии применимые к ним, а, во-вторых (что не менее, а возможно и более важно, но до сих пор не учитывалось в современной геотехнологии), получающиеся минеральные отходы имеют различную величину уже «вложенной» в них при первоначальной переработке энергии (прежде всего это значение энергии свободной поверхности, которая определяется в основном размерами куска горной массы, а также величина энергии связи, обусловленной минеральным типом образованного продукта). Эту энергию необходимо рассматривать как полезный продукт и обязательно учитывать при разработке, обосновании и выборе ресурсовоспроизводящих технологий.

Кроме этого, среди факторов, определяющих эффективность функционирования ресурсовоспроизводящих технологий необходимо выделять внешние факторы, обуславливаемые параметрами окружающей (вмещающей) среды

Во-первых, это климат (значение которого трудно переоценить). В частности, климат определяет наличие (при положительных температурах окружающей среды) или отсутствие (при отрицательных температурах окружающей среды и замерзании растворов) самих ресурсовоспроизводящих процессов.

Но низкие температуры окружающей среды не всегда однозначно имеют негативное влияние на протекание ресурсовоспроизводящих технологий. Так, посредством целенаправленного применения низких температур при осуществлении

ресурсовоспроизводящих технологий можно обеспечить морозобойное растрескивание кусков горной массы, т.е. их природное вскрытие [5].

Морозобойное растрескивание рудного куска связано с объемным изменением, обусловленным ростом кристаллов льда, которые вызывают в куске аномальные давления, приводящие к его разрушению. Это обусловлено тем, что вода при замерзании в капиллярах и трещинах увеличивается в объеме примерно на 9 %, и такое изменение объема оказывает значительное разрушительное воздействие на рудный кусок.

Первоначально в рудном куске образуются микротрещины, нарушающие структуру породы (рис. 4), длина которых не превышает первых сантиметров, а ширина - 0,1-0,15 мм.

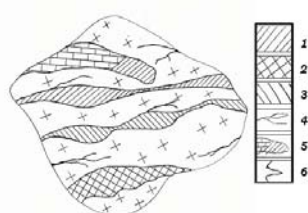


Рис. 4. Использование естественной трещиноватости рудного куска при морозобойном растрескивании:

трещиноватость: дорудная (1), пострудная (2), рудная (3), открытая (4), залеченная (5), морозобойная (6)

Примером использования температурного барьера может служить схема формирования ТМО, приведенная на рис. 5.

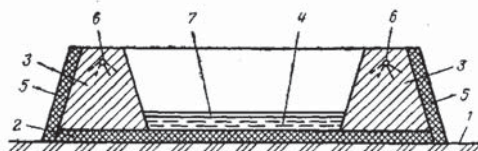


Рис. 5. Схема формирования ТМО с созданием температурного барьера:

1 — площадка; слой: 2 — антифильтрационный, 3 — выщелачиваемый, 5 — экраннующий; 4 — резервуар; 6 — источник; 7 — лед

Замкнутые по периметру насыпи 3 состоят из горных пород, содержащих медь в легкорастворимой сульфатной форме; высота насыпей составляет примерно 6—8 м. При этом внутри ограниченного насыпями 3 пространства образуется резервуар 4, предназначенный для сбора концентрированных растворов.

Горные породы обрабатывают через разбрызгивающие устройства 6 водой с растворенным в ней активным агентом — хлором, активизирующим процессы растворения и миграции полезных компонентов. Содержащие сульфаты меди минералы насыпей 3 растворяются, и полезный компонент мигрирует в водном растворе под действием гравитационных сил в виде положительных ионов ( $\text{Cu}^+$ ), попадая в конечном счете в резервуар 4. При этом создается разность потенциалов между льдом и водой — вода заряжается положительно, а лед — отрицательно. Ионы меди, находящиеся в растворе, заимствуют электроны на контакте «раствор — лед», восстанавливаются и концентрируются на нижней поверхности ледового слоя 7. В результате происходит локализация и концентрация металла в самородном виде,

максимально упрощающем его последующую переработку.

Характеристика климата не ограничивается только величиной температуры окружающей среды. Климат также характеризуется и увлажненностью (гумидный или аридный климат), что должно найти свое отражение при разработке и применении ресурсовоспроизводящих технологий на дневной (земной) поверхности.

В частности, в условиях аридного климата эффективна ресурсовоспроизводящая технология, предусматривающая использование техногенного испарительного геохимического барьера (рис. 6). Примером ее реализации может служить складирование горных пород, содержащих медь.

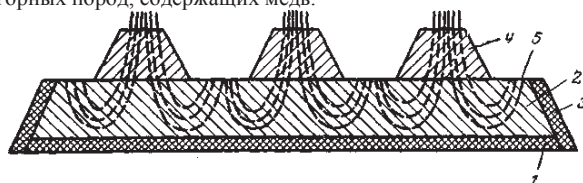


Рис. 6. Схема ресурсовоспроизводящей технологии с созданием испарительного техногенного барьера:

слои: 1, 3 — антифильтрационные, 2 — обогащаемый, 4 — выщелачиваемый; 5 — испарительные площадки

Согласно ней, первый ярус отвала 2 отсыпают из некондиционных сульфатсодержащих руд (с содержанием меди, например, 1,5—2 усл. ед.); высота его может составлять 6—8 м. Боковые поверхности первого яруса отвала экранируют антифильтрационным слоем 3. Второй ярус формируют из сульфат- и сульфидсодержащих горных пород, относимых по содержанию полезного компонента (например, менее 1 усл. ед.) к пустым породам. Породы этого яруса отвала укладывают в виде насыпей 4 высотой 5—7 м и шириной 10—15 м при более высоком по сравнению с породами первого яруса коэффициенте разрыхления.

Под воздействием воды и растворенного в ней кислорода содержащие полезный компонент сульфаты легко растворяются, а в сульфидсодержащих породах насыпей второго яруса отвала 4 происходят химические реакции с превращением труднорастворимых сульфидов в легкорастворимые сульфаты. Содержащийся в них полезный компонент мигрирует в массиве отвала и попадает в первый ярус отвала 2, где происходит концентрация и переосаждение меди в результате действия своеобразного испарительного техногенного геохимического барьера — вода испаряется в атмосферу через открытые площадки 5 (ее дренированию препятствуют антифильтрационные покрытия 1 и 3).

С учетом горного рельефа местности возможны следующие варианты ресурсовоспроизводящих технологий.

По первому варианту отсыпку молибденсодержащей горной массы производят автосамосвалами на горном склоне высотой 50 м. Предварительно в основании укладывают антифильтрационный слой пород, в верхней части вдоль склона устанавливают выполненные в виде металлической сетки электроды, а вдоль основания отвала — электроды. Поскольку собственный потенциал молибденита составляет +0,20 В, на электроды подают отрицательный электрический потенциал. Сегрегация горной массы при формировании наклонных слоев приводит к преимущественной концентрации мелкофракционной горной массы, обогащенной молибденитом, в верхней части отвала. На уровне 25—30 м от подошвы отвала в соответствии с маркшейдерскими замерами откладываются фракции —100 мм с содержанием молибденита 0,05—0,09 % (мощность верхней части отвала, таким образом, 20—25 м). Содержание молибденита в горной массе нижней, крупнокусовой части отвала (ниже



фиксируемой границы) составляет 0,03 и менее. По завершении отсыпки слоев горной массы формируют экранирующий слой из глинистых пород мощностью 0,5 м.

В нижнюю часть отвала через пробуренные из штольни скважины диаметром 100 мм подают раствор гипохлорита натрия NaClO. Происходит растворение молибденита и его миграция в ионной форме. Поскольку основные носители металла в растворе имеют при этом положительный знак, создают соответствующую разность потенциалов между электродами в верхней части (—) и у основания отвала (+). Под действием обусловленных этой разностью потенциалов электрических сил осуществляется миграция полезного компонента в направлении снизу вверх и его осаждение в верхней части отвала на не перешедших в растворенную форму выделениях молибденита.

Затем производят селективную обработку отвала: удаляя электроды, последовательно обрабатывают обогащенную полезным компонентом горную массу верхней части отвала (выше границы), соответствующую по уровню содержания молибденита кондиционным рудам, и направляют ее на переработку. Локализованная повышенная концентрация полезных компонентов в горной массе перерабатываемой верхней части отвала в свою очередь приводит к повышению извлечения полезного компонента при снижении затрат.

Возможно целенаправленное использование эффекта сегрегации и при других вариантах внутриотвального обогащения, когда отвал отсыпают на горном склоне высотой 100 м при отрицательных температурах (от -10 до -20°C).

Отсыпку горной массы, содержащей полезные компоненты невысокой концентрации, — некондиционных руд, металлосодержащих пород из приконтурных зон — производят циклично, с помощью автосамосвалов, или непрерывно, с помощью конвейеров и перегружателя, на горном склоне или откосе отработанного карьера. При этом предварительно экспериментально, на данных лабораторных или промышленных исследований, устанавливают содержание полезных компонентов по фракциям и определяют на этой основе граничную фракцию, которая может быть эффективно переработана без дополнительного дробления.

На бровке откоса, на месте отсыпки, монтируют передвижную установку (в виде системы труб и форсунок) для обработки горной массы жидкостью. Отсыпку горной массы ведут наклонными слоями, а непосредственно перед отсыпкой ее смачивают водой или жидкостью повышенной вязкости (раствором реагента, используемого при обогащении данных руд).

Механизм сегрегации, как известно, построен в основном на взаимодействии сил гравитации и трения: горная масса данной фракции сосредотачивается в определенном слое, фиксируясь в свободных ячейках-ловушках и занимая их.

При смачивании непосредственно перед отсыпкой кусков горной массы возникают дополнительные взаимодействия, в частности, обусловленные силами поверхностного натяжения жидкости, причем данные взаимодействия носят поверхностный характер. При этом поскольку отношение площади поверхности к объему куска у мелких фракций выше, чем у крупных, а соответственно, и отношение поверхностных взаимодействий к массе кусков, возрастает эффективность действия ячеек-ловушек в начале траектории отсыпки по отношению к мелкофракционной горной массе — происходит захват ими кусков горной массы небольшого диаметра в верхней части формируемого отвала. Жидкость играет также роль смазки, причем данный эффект более четко проявляется по отношению к крупной фракции. В результате обеспечивается увеличение концентрации мелкофракционной горной массы в верхней части отвала, что при повышенном содержании в ней полезных компонентов, в свою очередь, предопределяет при раздельной обработке и последующей переработке рост извлечения полезных компонентов.

Еще более точное разделение фракций горной массы при отсыпке достигается в том случае, когда горную массу смачивают водой, имеющей температуру, близкую к

0°C, а отсыпку и отработку отвала производят при отрицательных температурах, причем отвал отработывают горизонтальными слоями с локальным оттаиванием и рыхлением горной массы, исключая перемешивание различных фракций. Горная масса, смоченная непосредственно перед отсыпкой такой холодной водой, в процессе отсыпки по наклонной плоскости смерзается. При этом по указанным выше причинам (соотношение площади поверхности и объема, поверхностных взаимодействий и массы) смерзание мелкофракционной горной массы будет более интенсивным, чем крупнофракционной, и возрастает концентрация мелких фракций в начальной части траектории — в верхней части формируемого отвала.

Согласно другим вариантам, смачивание производят раствором реагента, используемого при обогащении горной массы (что также способствует ее подготовке к переработке), или жидкостью повышенной вязкости.

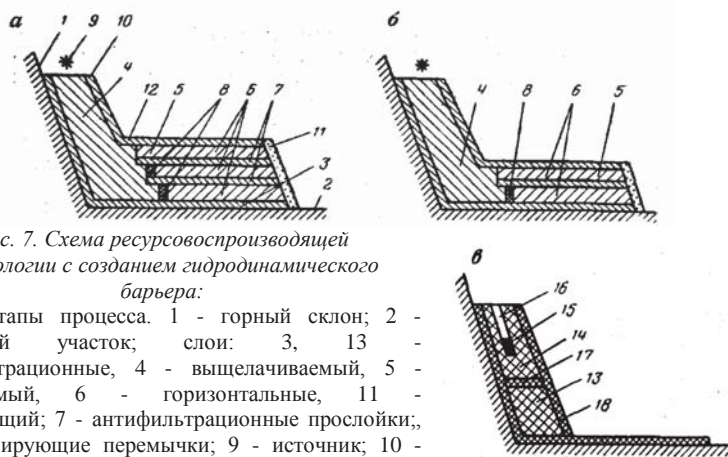


Рис. 7. Схема ресурсовоспроизводящей технологии с созданием гидродинамического барьера:

а—в - этапы процесса. 1 - горный склон; 2 - равнинный участок; слои: 3, 13 - антифильтрационные, 4 - выщелачиваемый, 5 - обогащаемый, 6 - горизонтальные, 11 - дренирующий; 7 - антифильтрационные прослойки; 8 - экранирующие перемычки; 9 - источник; 10 - открытая плоскость; 13 - обогащенная зона; 14 - выщелоченная зона; 15 - заряд ВВ; 16 - скважина; 17, 18 - экраны

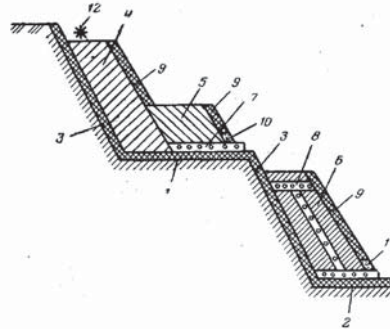
Влияние поверхностных взаимодействий, обусловленных покрывающей куски горной массы пленкой жидкости, вызывает более интенсивный захват ячейками-ловушками мелкофракционных кусков в верхней части отвала. В условиях отрицательных температур практически мгновенно происходит замерзание покрывающей куски горной массы влаги, причем в первую очередь смерзаются мелкие куски, что также предопределяет повышенную их концентрацию в верхней части отвала. Таким образом, на уровне 55-60 м от подошвы отвала откладываются фракции —100 мм. Затем производят селективную отработку отвала с рыхлением мелкофракционной горной массы верхней его части горизонтальными слоями небольшой мощности - 1—1,5 м.

Возможен также вариант ресурсовоспроизводящей технологии с созданием геохимического (гидродинамического) барьера, обусловленного изменением характера миграции растворов в массиве с активной до барьера на пассивную после него. Этот вариант может быть реализован, например, при образовании отвала на горном склоне (рис. 7).

Примером селективной ресурсовоспроизводящей технологии служит отвал, размещенный на горном склоне, из пород, содержащих РЗЭ и некондиционных руд редкоземельного месторождения (рис. 8).

Рис. 8. Схема ресурсовоспроизводящей технологии с селективным внутриотвальным обогащением:

1 - верхняя, 2 - нижняя террасы; 3, 9 - экраны; 4 - РЗЭ-содержащие породы; 5, 6 - некондиционные руды: 5 - включающие легкие РЗЭ, 6 - иттрийсодержащие; 7, 8 - перфорированные трубопроводы; 10, 11 - перепускные щели; 12 - источник



На верхней террасе 1 формируют массив отвала частью из пород 4 с незначительным содержанием РЗЭ, частью из некондиционных руд 5, содержащих легкие РЗЭ, а на нижней террасе 2 - из некондиционных иттрийсодержащих руд 6. Высота части отвала 4 составляет при этом, например, 50—60 м, части 5 - 20—25 м, 6 — 30—40 м. На верхней террасе 1л массиве отвала устанавливают перфорированный трубопровод 7, а на нижней - трубопровод 8. В антифильтрационном слое 9 создают перепускные щели 10 к 11.

Поверхность отвала обрабатывают водой, содержащей, например, активный хлор, из источника 12. При этом РЗЭ, содержащиеся в части отвала 4, растворяются и в результате миграции под действием гравитационных сил в виде хлоридов попадают в часть отвала 5, где при взаимодействии с газообразным хлористым водородом, подаваемым в перфорированный трубопровод 7, образуются кристаллы гольмия, диспрозия и других легких РЗЭ (осаждаемые в данной части отвала), а растворы, в которых остается почти чистый хлорид иттрия, через перепускную щель 10 попадают в часть отвала 6, смешиваются с водными растворами аммиака, подаваемыми через перфорированный трубопровод 8, в результате чего возникает и осаждается гидроксид иттрия, а очищенные растворы удаляются через перепускную щель 11.

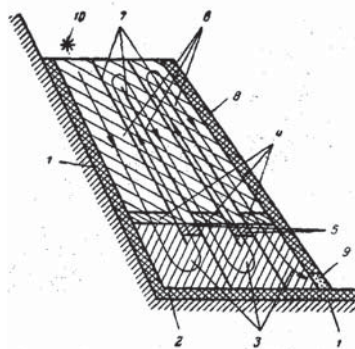
Таким образом обеспечивается селективное осаждение РЗЭ и повышенная их концентрация (по элементам) в определенных частях отвала, что обуславливает целесообразность последующей его раздельной отработки.

Другая возможная схема формирования ТМО на горном склоне приведена на рис. 9, ее реализация рассматривается на примере складирования содержащих РЗЭ горных пород.

Сначала создают участок 3 некондиционных редкоземельных руд. Мощность данного слоя составляет 9—12 м, высота - 10—15 м. Затем отсыпают барьерный участок 4 из горных пород, включающих, например, минералы гидраргиллит и диаспор, мощностью 1—2 м, после чего укладывают участок 6 из горных пород с незначительным содержанием РЗЭ; его высота 20—30 м.

Рис. 9. Схема ресурсовоспроизводящей технологии с созданием геохимического барьера наклонными слоями на горном склоне:

1 - горный склон; 2, 8 - экраны; 3 - некондиционные руды; 4 - геохимический барьер; 5 - участок пород, вырабатывающих активные агенты; 6 - металлосодержащие породы; 7 - пленка; 9 - выпускная щель; 10 - источник



Сформированный слой отделяют от последующего, например, полиэтиленовой пленкой 7 с обеспечением возможности в нижней части циркуляции растворов и их поступления в следующий слой. Затем приступают к образованию следующего наклонного слоя: укладывают участок 3 из некондиционных редкоземельных руд (высота его на 1—2 м ниже соответствующего участка смежного слоя), затем — участок 5 (мощностью 1—2 м), горных пород, представленных соединениями, вырабатываемыми при взаимодействии с растворами активные агенты, и участок 6 из горных пород с незначительным содержанием РЗЭ.

Второй слой также отделяют от последующего пленкой 7, при этом в верхней его части оставляют свободное пространство для циркуляции растворов. Затем цикл формирования отвала повторяют. Мощность второго, третьего и последующих слоев составляет 3—4 и 6—8 м. После укладки последнего слоя, включающего барьерный участок, поверхность отвала покрывают экраном 8, внизу которого формируют выпускную щель 9.

При этом РЗЭ, содержащиеся в горных породах участка 6, растворяются и в результате миграции под действием гравитационных сил в составе растворов попадают в зону действия геохимического и гидродинамического барьеров, где происходит их осаждение в массиве участка 3, представленного некондиционными редкоземельными рудами, и барьерного участка 4. Полиэтиленовый экран 7 задает направленность циркуляции растворов в массиве отвала. Очищенные частично растворы проходят слой 5, содержащий вырабатывающие активные агенты породы (с включением, например, минералов халькопирита и пирита), и, насытившись ими, поступают в дальнейшие слои, и цикл повторяется.

В результате обеспечивается повышенная концентрация РЗЭ в нижней части отвала — некондиционных рудах участков 3- и породах барьерных участков 4, что обуславливает целесообразность последующей раздельной отработки отвала и извлечения РЗЭ в процессе переработки пород данных участков.

Повышение эффективности переработки многокомпонентных руд за счет селективной концентрации основного полезного компонента и отделения вредного компонента путем управляемой их миграции (рис. 10) возможно также при их складировании на наклонной поверхности.

Для этого первоначально готовят участок необходимого профиля в виде последовательных террас 1, используя уступы отработанного карьера. Затем в основание отвала укладывают слой 2 горных пород с антифильтрационными свойствами мощностью 0,5 м; наклонные участки покрывают специальной пленкой.

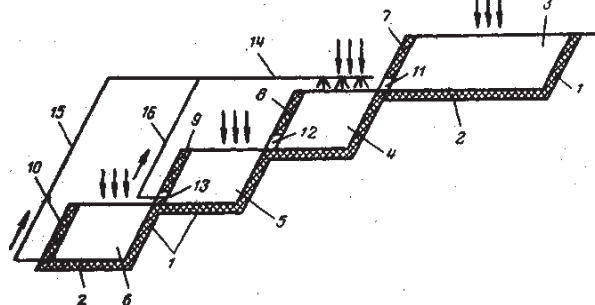


Рис. 10. Схема ресурсовоспроизводящей технологии на наклонной поверхности с селективной концентрацией полезного компонента:

1 — террасы; 2, 7—10 — антифильтрационные слои; 3—6 — секции отвала; 11—13 — перепускные щели; 14—16 — возвратные трубопроводы

Складируемые некондиционные руды содержат золото, железо, медь и мышьяк. Исходя из того, что необходимо выделить основной полезный компонент — золото и изолировать от него вредный компонент — мышьяк, отвал формируют из четырех секций 3—6.

Отсыпку производят с помощью автосамосвалов, погрузчиков и бульдозеров. Высота каждой секции составляет 15 м; ширина секций 4-6 — 20-30 м, а первой, 3 - несколько больше — 40-45 м; длину секции по простиранию устанавливают исходя из объемов складываемых руд. Боковые поверхности секции Отвалов экранируют антифильтрационными слоями 7-10 мощностью 0,3-0,5 м с устройством в нижней части перепускных щелей 11-13. Производят монтаж системы трубопроводов, включающей возвратные трубопроводы 14-16.

Первую секцию отвала 3 обрабатывают раствором реагента - серной кислоты. При этом труднорастворимые сульфиды переходят в легкорастворимые сульфаты, поступающие в раствор. Тонкодисперсное золото в присутствии сильного окислителя — сульфата железа (III) — также растворяется и переходит в раствор в виде гидроксокомплексов  $[\text{Au}(\text{OH})_2]^-$  и тиосульфатных комплексов. Другие компоненты мигрируют в основном в виде ионов —  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^+$ ,  $\text{As}^{3+}$ , а мышьяк также в виде недиссоциированных молекул.

После растворения всех компонентов секции 3 раствор перепускают в нижележащие секции 4—6, также обрабатывают их раствором серной кислоты и подают раствор с выхода последней секции 6 на вход второй секции 4 с помощью трубопроводов 15 и 14 (трубопровод 16 при этом отключен).

Все выделенные компоненты растворяются и мигрируют в отвальном массиве секций 4, 5, 6 в кислой среде. Наименьшими миграционными способностями обладают, как известно, ионы  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{As}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ . По достижении ими преимущественно последней секции 6 отвала производят ее обработку растворами нейтрализующего агента, например, щелочи, в небольшом количестве, достаточном лишь для осаждения ионов железа. Водородный показатель (pH) осаждения гидроксидов  $\text{Fe}^{3+}$  составляет 2,0. Осаждение в секции 6 гидроксидов железа  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ , в свою очередь, формирует сорбционный геохимический барьер для миграции ионов мышьяка  $\text{As}^{3+}$ , который и осаждается в результате сорбции (частично данный компонент остается при этом в растворе — в молекулярной форме). Незначительное снижение кислотности геохимической обстановки не останавливает миграцию других компонентов — золота и меди. При установлении по результатам контроля в последней секции отвала 6 преимущественной концентрации железа и мышьяка перекрывают перепускную щель 13 и трубопровод 15, отключая данную секцию. Растворы с выхода секции 5 с помощью трубопроводов 16 и 14 попадают в секцию 4.

Затем обрабатывают нейтрализующим раствором щелочи секцию 5 отвала, причем количество и концентрацию нейтрализующего агента выбирают из условия осаждения в данной секции основного полезного компонента — золота. Водородный показатель (pH) выделения золота составляет 4-5. Поскольку концентрация меди в растворе невысока, для осаждения требуются более высокие значения pH — 5,4-6,1.

После осаждения в секции 5 золота обрабатывают раствором щелочи секцию 4 отвала для достижения pH раствора, необходимого для осаждения меди. В результате происходит осаждение в секции 4 меди, причем образование сульфосолей одновалентной меди прекращает миграцию и осаждает также оставшиеся еще в растворе недиссоциированные молекулы мышьяка.

Таким образом, на указанный момент основной полезный компонент — золото — сосредоточен преимущественно в секции 5 отвала и практически очищен от других компонентов, в том числе вредного — мышьяка. Попутные компоненты - железо и медь — сконцентрированы соответственно в секциях 6 и 4 отвала; здесь же осажден и мышьяк. Причем содержание золота в ранее некондиционных рудах секции 5

повышено относительно первоначального в 3-4 раза, что обуславливает переход этих руд в кондиционные. Секция 3 отвала содержит минимальное количество выделяемых компонентов. Селективная отработка отвала с подачей на переработку обогащаемым основным полезным компонентом и очищенных от вредного компонента руд обеспечивает повышение эффективности переработки и, в частности, извлечения золота.

При осуществлении ресурсовоспроизводящих технологий для металлосодержащих пород различных фракций целесообразно применение различных устройств, позволяющих отделять обогащенные породы, например, мелкую фракцию, от пустых, выщелоченных (рис. 11).

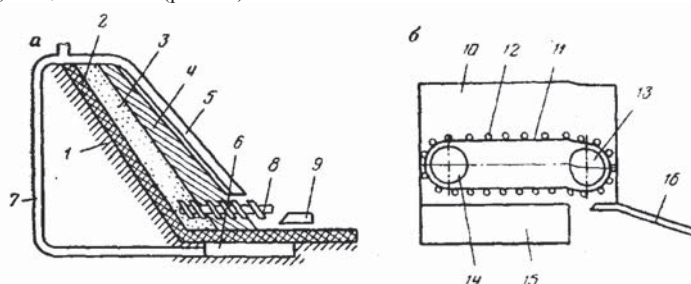


Рис. 11. Схемы ресурсовоспроизводящих технологий на горном склоне (а) и устройства для разделения пород (б):

1 - поверхность; слой: 2 - антифильтрационный, 3 - барьерный, 4 - выщелачиваемый; 5, 7 - трубопроводы; 6 - растворосборник; 8 - шнек; 9 - приемник; 10 - короб; 11 - транспортер; 12 - решетки; 13, 14 - звездочки; 15 - накопительный бункер; 16 - лоток

Не менее важна и экономическая составляющая применения ресурсовоспроизводящих технологий, которая (в общем виде) определяется величиной затрат и прибыли. Их значения (при прочих равных условиях) обуславливают полученные содержания полезного компонента в техногенных рудах, а также тип техногенных минералов, как наиболее влияющие на последующее извлечение полезных компонентов при переработке техногенных руд.

Так, на экономические показатели существенное влияние оказывают мощность выщелачиваемого и обогащаемого слоев, исходное и получаемое содержание полезного компонента, а также форма его нахождения (трудно- или легкообогатимая минеральная форма).

В этой связи нами разработана ресурсовоспроизводящая технология, обеспечивающая наряду с повышением концентрации техногенное минералообразование в легкообогатимой форме. Данное обстоятельство позволяет в дальнейшем снизить затраты по переработке такой техногенной рудной массы на стадиях обогащения. Для этого, обогащаемый слой 2 (рис. 12) мощностью 2-3 м отсыпают из некондиционных медьсодержащих руд (содержание меди 1 усл.ед.) - сульфатов меди, на поверхности которого собирают сеть перфорированного трубопровода 3. После чего формируют слой 4 мощностью 6-8 м из медьсодержащих пород (содержание меди менее 0,4 усл.ед.).

При подаче растворов минеральных кислот из источника 5 медь растворяется в слое 4 и мигрирует в составе медьсодержащих растворов в слой 2. В слое 2 при встрече с осаждающими медь растворами (подаваемыми в трубопровод 3 или образуемыми в самом массиве слоя 2) происходит ускоренное осаждение меди в виде рыхлого

техногенного осадка.

В качестве осаждающих растворов используют воды, содержащие ионы кремниевой кислоты в виде жидкого стекла, что приводит к образованию более рыхлого осадка. Образование геля кремниевой кислоты возможно также в результате выветривания силикатных минералов, в частности, хризоколлы.

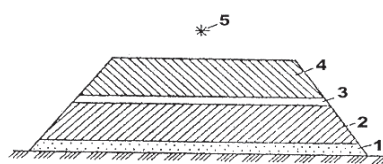


Рис. 12. Схема формирования техногенного месторождения с образованием легкообогатимых руд:

1 – дренажный слой; 2 – обогащаемый слой; 3 – перфорированный трубопровод; 4 – выщелачиваемый слой, 5 – источник

Влияние жидкого стекла на процесс техногенного обогащения заключается в налипании коллоидных частиц кремниевой кислоты на поверхность медного осадка, что приводит к более неравномерному росту осадка, его разрыхлению и увеличению скорости осаждения.

Помимо этого, на экономику процесса техногенного воспроизводства минеральных ресурсов оказывает значительное влияние наличие природных реагентов и расположение слоя техногенных руд (техногенного полезного ископаемого).

#### Литература

1. Трубецкой К.Н., Воробьев А.Е. Основы ресурсовоспроизводящих технологий складирования и хранения некондиционного минерального сырья //Горный журнал №5, 1995. - С. 47-51.
2. Воробьев А.Е. Ресурсовоспроизводящие технологии горных отраслей. – МГУ. 2001. - 150 с.
3. Воробьев А.Е., Чекушина Т.В. Способ складирования металлосодержащей горной массы в воде: Патент 2002957 РФ, МПК<sup>5</sup>Е 21 С 41/26, БИ №41-42, 1993. - 2 с.
4. Воробьев А.Е., Балыхин Г.А., Гладуш А.Д. Основы техногенного воспроизводства нефти, горючего газа и угля в литосфере /Под ред. проф. А.Е. Воробьева. – М.: Изд-во РУДН, 2006. – 334 с.
5. Воробьев А.Е., Чекушина Т.В., Каргинов К.Г., Погодин М.Л. Технология выщелачивания золота при отрицательной температуре окружающей среды /Под ред. проф. А.Е.Воробьева. – М.: Изд-во РУДН, 2003. – 95 с.
6. Хабиров В.В., Воробьев А.Е. Теоретические основы развития горнодобывающих и перерабатывающих производств Кыргызстана /Под ред. акад. Н.П. Лаверова. – М.: Недра, 1993. – 316 с.

#### НАУЧНО-СОДЕРЖАТЕЛЬНЫЕ И ОРГАНИЗАЦИОННО-ВАКОВСКИЕ ПАРАДОКСЫ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ГЕОЭКОЛОГИИ

*Трофимов В.Т.*

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Москва, Россия

1. Термин «геоэкология» был впервые введен в 1939 году немецким географом К.Троллем взамен им же использованного ранее термина «экология ландшафта» для придания ландшафтоведению экологической направленности. Из этого следует, что

термин был введён как специальный в географической науке; поэтому ряд географов в целом правомерно настаивают на использовании его только в эколого-географических исследованиях.

В отечественную литературу обсуждаемый термин был, по-видимому, привнесён В.Б.Сочавой (1970, 1978 гг.). Он определил геоэкологию как науку о состоянии геологической среды и всех её компонентов, о происходящих в ней процессах, активизация которых может отражаться (в том числе и негативно) на состоянии других геосфер Земли. В таком понимании содержание геоэкологии принципиально отличается от введённого К.Троллем и, по существу, представляет собой новую геологическую науку.

В последней четверти XX века термин «геоэкология» стали широко использовать не только во многих естественных науках, но и науках технических; он потерял свою чёткость и стал, по сути, термином свободного пользования. Только в публикациях геологов выделено не менее трёх толкований этого термина – геобиосферное, литосферное и геосферное – и соответственно его применения. Часто геоэкологическими называют работы, не имеющие ни малейшей экологической направленности. Этим обусловлены парадоксы современной геоэкологии, которые, строго говоря, ставят вопрос о возможности относить её к новой, уже сформировавшейся науке. Более того, уже опубликована статья под названием «Геоэкология – наука, которой нет» (М.И.Богданов, 2014 г.).

2. Анализ состояния научных геолого-географических разработок, названных авторами геоэкологическими, позволил выделить в качестве важнейших, фундаментальных по значению научно-содержательных парадоксов современной геоэкологии следующие позиции: а) «многоликость» понимания содержания геоэкологии, не свойственную сформировавшимся наукам; б) многоликое понимание структуры геоэкологии как науки; в) отсутствие чётко определённых, а главное, общепризнанных теоретических задач геоэкологии; г) неоднозначное отношение исследователей к необходимости изучения при геоэкологических работах влияния параметров абиотических сред на состояние биоты; д) различные взгляды на проблему изучения воздействия природных и антропогенных факторов на экосистемы; е) неразработанность вопроса о междисциплинарном характере геоэкологии как науки (В.Т.Трофимов, 2009г.).

Все эти парадоксы обусловлены двумя главными, основополагающими причинами: а) различному подходу исследователей, часто узкопрофессиональному («цеховому»), к определению содержания геоэкологии и других её атрибутов как науки; стремлению одних исследователей сохранить первоначально введённое содержание термина «геоэкология», а других – придать ему новое содержание, причём совершенно разное по объёму; б) отсутствию до настоящего времени чёткой формулировки теоретических основ геоэкологии, её новой терминологической базы как атрибута новой междисциплинарной науки.

Главной в содержательном отношении является вторая причина. Именно неразработанность теоретических основ геоэкологии, отсутствие чёткой формулировки её понятийной базы позволяют существовать широкому спектру взглядов на содержание геоэкологии. Именно поэтому высказываются представления, в которых объект этой междисциплинарной науки рассматривается от экосферы до геологической среды, структура и задачи формулируются совершенно по-разному, а отношение к необходимости оценивать влияние абиотических сред на биоту принципиально различается. Именно это часто приводит к неправильному определению шифра диссертационных работ, которые защищают в специализированных советах по специальности 25.00.36 – геоэкология.

3. В соответствии с паспортом научной специальности ВАК «25.00.36. Геоэкология» последняя определена как междисциплинарное научное направление,



объединяющее исследования состава, строения, свойств, процессов, физических и геохимических полей геосфер Земли как среды обитания человека и других организмов. Основной задачей геоэкологии является изучение изменений жизнеобеспечивающих ресурсов геосферных оболочек под влиянием природных и антропогенных факторов, их охрана, рациональное использование и контроль с целью сохранения для нынешних и будущих поколений людей продуктивной природной среды.

В неё включены такие области исследований: науки о Земле, нефтегазовая отрасль, горно-перерабатывающая промышленность, металлургия, строительство и ЖКХ. Не много ли? Разве ранее не решали экологически ориентированные проблемы и задачи названные технические науки до того, как их в таком виде «поместили» в паспорт названной научной специальности?

Появление геоэкологии как научной специальности ВАК произошло в середине 90-ых годов XX века. Она была создана заинтересованными лицами на базе существовавшей специальности ВАК «рациональное использование и охрана окружающей среды» путём включения вопросов, ранее решавшихся в традиционных естественных и технических науках. Этим был рождён **организационно-ВАКовский парадокс** геоэкологии, который до сих пор не преодолен.

4. Есть ли выход из создавшейся ситуации? (Или говоря словами вечно русского вопроса – что делать?). *С моей точки зрения, есть, по крайней мере, три теоретического выхода из парадоксальной ситуации:* а) разработка теоретических основ геоэкологии как междисциплинарной науки; б) исключение из перечня ВАК специальности «25.00.36. Геоэкология» в том виде, как она была в последний раз утверждена приказом РФ 25 февраля 2009 года № 39; в) закрепить специализацию геоэкология за географическими науками как рождённую в одной из её наук.

Третья из этих позиций, логически наиболее верная реализована быть уже не может, поскольку специалисты самых разных областей знаний считают себя геоэкологами. Реализация второй позиции возможна лишь на основе мощного политического решения в системе ВАК и Минобрнауки РФ. Уже сейчас эти вопросы поднимаются в научных статьях. Рискну высказать такой прогноз: число таких публикаций будет возрастать и это приведёт к возрождению в ВАКе специальности «рациональное использование и охрана окружающей среды». Обсуждению первой из названных позиций посвятим следующий пункт тезисов.

5. *Выход из современного «многоликого» состояния геоэкологии один – он заключается в разработке её теоретических основ путём широкого публичного и многоэтапного обсуждения всех фундаментальных позиций науки, включая её новую терминологическую экологически ориентированную базу (как необходимый атрибут новой науки).* При разработке теоретических основ геоэкологии предлагаем использовать представления об **экологических функциях абиотических сфер Земли**. Это представляется правомерным, поскольку основное с рассматриваемой точки зрения предназначение всех абиотических сфер Земли – литосферы, педосферы, атмосферы и гидросферы – ресурсное и энергетическое обеспечение жизни и развития биоты.

*Под экологическими функциями абиотических сфер Земли будем понимать всё многообразие функций, определяющих и отражающих роль и значение этих геосфер, включая их состав, объём, динамику функционирования, геохимические и геофизические поля, в жизнеобеспечении биоты, в первую очередь человеческого сообщества. В качестве таких функций предложено выделить ресурсную, геодинамическую, геохимическую и геофизическую функции. Их содержание охарактеризовано в ранее опубликованных работах (В.В.Куриленко, 2004 г.; В.Т.Трофимов, 2005, 2006, 2008 гг.).*

Эта позиция позволяет принципиально по-новому определить теоретическое содержание геоэкологии (с учётом того, что в её рамках решаются морфологические, ретроспективные и прогнозные задачи): *геоэкология – междисциплинарная наука,*

*изучающая экологические функции абиотических сфер Земли, закономерности их формирования и пространственно-временного изменения под влиянием природных и техногенных причин в связи с жизнью и деятельностью биоты, и прежде всего человека.*

Такой подход к содержанию геоэкологии позволил по-новому определить её объём как поле пересечения наук о жизни, атмосфере, поверхностной гидросфере и литосфере. Исходя из этого во всех науках, изучающих такой объект, правомерно развивать экологически ориентированные направления, которые следует называть с прилагательным «экологическая»: экологическая физика, экологическая география, экологическая геология, экологическая химия и т.п.

Разработка выдвинутых представлений позволит создать принципиально новое учение – *учение об экологических функциях абиотических сфер Земли*, которое даст возможность с единых теоретических позиций подойти к анализу экологической роли всех абиотических сфер Земли, к разработке классификаций экологических функций каждой из них и сформировать новую структуру геоэкологии как действительно междисциплинарной науки. В итоге, с моей точки зрения, это учение позволит завершить в геоэкологии период «шатаний», многоликости и даже профанации в так называемых геоэкологических исследованиях.

6. В качестве фундаментальных задач изучения экологических функций абиотических сфер Земли выдвинуты следующие: а) создание классификаций экологических функций всех абиотических сфер Земли, построенных на едином теоретическом подходе; б) характеристика современных морфологических особенностей экологических функций педосферы, атмосферы, поверхностной гидросферы и литосферы в соответствии с позициями, заложенными в их классификации; в) оценка глобального, регионального и локального влияния экологических функций каждой сферы Земли и их сочетания на биоту в целом и человеческое сообщество; г) установление закономерностей современного развития экологических функций литосферы, педосферы, атмосферы и поверхностной гидросферы под совместным воздействием природных и антропогенных (техногенных) причин; д) исследование действительной роли техногенеза в трансформации природно сформированных экологических функций каждой из абиотических сфер Земли; е) обоснование управляющих действий, направленных на уменьшение или ликвидацию воздействий, наносящих негативные последствия экологическим функциям и биоте.

## **DETERMINING THE FAILURE MAXIMUM PRINCIPAL STRESS CONSIDERING MEDIUM PRINCIPAL STRESS**

*Ghasem Moradi, Ramin Doostmohammadi*

Department of Mining Engineering, University of Zanjan, Zanjan, Iran

### **Abstract**

To investigate the rock mass properties, it is important to determine the failure stress level. In recent years, researches have been performed to predict the rock failure stress in various methods. Mostly, conventional approaches are based on classic failure criteria. They use minimum principal stress ( $\sigma_3$ ) and uniaxial compressive strength (UCS) for prediction, mostly. In this paper, Artificial Neural Network (ANN) is used as a method to investigate the strength of intact rock in failure. In addition to minimum principal stress ( $\sigma_3$ ) and uniaxial compressive strength (UCS), the medium principal stress has been used in current study. Information of triaxial principal stress values, considering  $\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3$ , have been gathered from 283 laboratory samples under uniaxial to triaxial compressive stresses and on 6 rock types from various places around the world. These rocks are Andesite, Lime, Granite,

Dolomite, Marble and Trachyte. For each type, the information has been divided randomly to two subsets: training and testing. The Artificial Neural Networks structure was designed and optimized, then each Neural Network has been trained to predict the value of maximum principal stress ( $\sigma_1$ ) in failure from uniaxial compressive strength (ucs), medium principal stress ( $\sigma_2$ ) and minimum principal stress ( $\sigma_3$ ). After calculating maximum principal stress ( $\sigma_1$ ), the results were compared with values obtained from Bieniawski and Hoek-Brown experimental failure criteria which are two of best experimental methods for rock failure criteria. By comparing the values obtained from Artificial Neural Network and experimental criteria, it was determined that proposed neural network has less root mean square of error and higher performance coefficient in comparison with them. On average, using Artificial Neural Network has lesser computational error in comparison with experimental criteria and also this neural network has better flexibility than other experimental failure criteria methods.

**Keywords:** Maximum principal stress in failure, Artificial Neural Network, Hoek-Brown failure criteria, Bieniawski-Yudhbir failure criteria, Medium principal stress, Uniaxial compressive strength.

## ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС КАЗАХСТАНА В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛЬНОГО КРИЗИСА

*Ракишев Б.Р.*

Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан

Казахстан, как известно, является крупной горнодобывающей державой. Он занимает первое место в мире по запасам цинка, вольфрама и барита. По запасам серебра, свинца и хромитов республика занимает второе место, по запасам меди и флюорита - третье, по запасам молибдена - четвертое, по запасам золота - шестое. Доля Казахстана в мировых запасах урана составляет 18%, хрома - 10%, свинца - 9%, цинка - 8%, серебра - 5%, марганца - 5%, меди — 5%.

В настоящее время горно-металлургический комплекс (ГМК) оказывает большое влияние на формирование макроэкономических показателей страны. На долю отрасли приходится 13% ВВП, 23% - в общем промышленном производстве, 48% - в производстве продукции обрабатывающей промышленности, 20% - в экспорте страны.

В условиях вызовов последнего времени, связанных с ухудшением ситуации на мировых рынках металлов, сокращением экспортных рынков, волатильностью курсов валют в Казахстане принимаются меры, направленные на сохранение конкурентоспособности отечественной металлургической продукции. В этих целях в Государственной программе индустриально-инновационного развития на 2015-2019 годы предусмотрены расширение мощности действующих предприятий, создание новых производств базовых и сопутствующих металлов, последующих переделов, повышение производительности труда, стимулирование спроса на внутреннем рынке и экспорта.

В отрасли в этом направлении накоплен определенный опыт. Так, за годы первой пятилетки реализованы такие крупные проекты, как вторая очередь Казахстанского электролизного завода с доведением мощности до 250 тыс. т первичного алюминия в год, завод по выпуску 70 тыс. т катодной меди на ТОО «Казцинк», новый ферросплавный завод мощностью до 440 тыс. т на АО «ТНК «Казхром» в Актобе, а также новый аффинажный завод ТОО «Тау- Кен Алтын» мощностью 25 т аффинированного золота и 50 т серебра в Астане.

В рамках проектов Карты индустриализации была освоена продукция, ранее не производимая в Казахстане, к примеру: алюминиевая катанка на АО

«Казэнергокабель», стальные панельные радиаторы на ТОО «Казтерм», коллективный концентрат редкоземельных металлов на ТОО СП «SARECO», титановые слитки и слябы на АО «Усть-Каменогорский титано-магний комбинат», бесшовные трубы на ТОО «KSP Steel». Объем производства металлургической промышленности вырос на 22% - с 1 570 млрд тенге в 2010-м до 1 915,2 млрд тенге в 2014 году, объем добычи металлических руд увеличился на 35% - с 651,2 млрд до 882,3 млрд тенге, а производство готовых металлических изделий на 57% - с 95,9 млрд до 150,2 млрд тенге, соответственно. При этом производительность труда в металлургической промышленности возросла на 59% - с \$68,2 тыс. до \$108,2 тыс. на человека.

Сегодня государство осуществляет мониторинг развития отрасли на всех уровнях. В целях оперативного принятия решений по проблемным вопросам ГМК создан Совет по горно-металлургической отрасли, геологии и недропользованию то твердым полезным ископаемым при президенте Республики Казахстан. Правительством принят план мероприятий по мерам поддержки промышленных предприятий ГМК. В соответствии с ним Министерство по инвестициям и развитию на постоянной основе прорабатывает и осуществляет государственную поддержку производителей по вопросам, связанным с обеспечением сырьевой базой, снижением тарифов на транспортировку ж/д транспортом и энергию, другими дополнительными мерами для развития отрасли. Введен временный запрет на вывоз лома и отходов черных металлов, а также золотосодержащего сырья, принят национальный стандарт по черному и цветному лому, унифицированный с международными стандартами.

Предоставлены временные понижающие коэффициенты на услуги магистральной железнодорожной сети для АО «АрселорМиттал Темиртау», ТОО «Оркен», АО «Алюминий Казахстана», АО «ССГПО» и других предприятий. Снижены ставки НДС по Жезказганскому месторождению ТОО «Казахмыс», а также по месторождениям АО «Алюминий Казахстана».

Государственная программа индустриально-инновационного развития на 2015-2019 годы сфокусирована на диверсификации и повышении конкурентоспособности обрабатывающей промышленности. При этом металлургия определена одной из приоритетных отраслей. Программа нацеливает металлургов на достижение к 2019 году следующих показателей: увеличение валовой добавленной стоимости на 30% в реальном выражении (по отношению к уровню 2012 года), рост производительности труда на 18% в черной и на 40% в цветной металлургии, а экспорта - не менее чем на 4% и на 10% соответственно. Ставятся задачи модернизации действующих и создания новых конкурентоспособных производств, выпускающих продукцию с высокой добавленной стоимостью, повышения ресурсоэффективности, внедрения технологий комплексной переработки руд.

В рамках второй пятилетки в ГМК запланирована реализация таких проектов, как: производство высококачественного сырья для получения стали (гранулированный чугун и горячее брикетированное железо), выпуск новых видов стали (трубной, коррозионностойкой, рельсовой и автомобильной), производство труб разного сортамента с 780 тыс. до 1,1 млн.т., арматуры с 350 тыс. до 1,1млн.т, расширение мощностей ТОО «Актауский литейный завод» до уровня ежегодной производительности 600 тыс. стальной продукции, создание в Алматинской области производства по выпуску передельного чугуна мощностью 400 тыс.т в год, а в Алматы – трубопрокатного завода ежегодной производительностью 230 тыс.т.руб., строительство рельсобалочного завода в Актобе мощностью 200 тыс. т рельсов длиной 120 метров; организация производства брикетированного железа мощностью 1,8 млн т в Костанайской области; развитие трубопрокатного производства в Павлодарской области с увеличением мощности до 270 тыс. т труб в год; доведение объемов производства редкоземельных металлов до 3000т; ввод новых обогатительных мощностей на 85 тыс. т медного концентрата и 25 тыс. т катодной меди на базе месторождения Актогай; создание

производства по выпуску 6 тыс. т титановых слябов, товарного ферроникеля производительностью 40 тыс.т, алюминиевых дисков для легковых автомобилей – до 360 тыс.штук в год. Будет увеличен выпуск базовых металлов: меди, золота, титана, алюминия и объемы производства изделий из них, в частности катанки, проволоки, профилей, фольги и товарной номенклатуры для смежных отраслей и 15 тыс. т ильменитового концентрата в Восточно-Казахстанской области.

Кроме того прорабатывается вопрос строительства металлургического комбината на Горностаевском месторождении кобальт-никелевых руд мощностью 40 тыс. т товарного ферроникеля, ранее не производимого в Казахстане. На базе месторождения Шалкия будет запущено строительство медно-свинцово металлургического комплекса с редкометалльным и драгметалльным цехами, на базе месторождения Масальское - стального производства с выпуском высокомарочной стали и проката. Кроме того, будет организовано редкометалльное производство на базе вольфрамо-молибденовых месторождений. В общей сложности на месторождениях, ГОКах и строительных площадках будет создано ориентировочно 5 000 рабочих мест.

## ПРОБЛЕМЫ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ В СВЕТЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ПАРАДИГМЫ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

*Стенина Н.Г.*

Новосибирский Государственный Архитектурно-Строительный Университет  
(Сибстрин)

Эффективность решения практических проблем недропользования находится в прямой зависимости от того, насколько объективно научные модели отражают реальные процессы жизни Земли.

Аква-комплекс  $[2T(Si)O_3-OH_2-M^{n+}2M^{m+}O_4]$  (где T - 4-х валентные катионы, Si, в первую очередь, и др.,  $M^{n+}$  - одно- и двух-валентные катионы: Na, K,  $Fe^{2+}$  и др.,  $M^{m+}$  - многовалентные катионы:  $Al^{3+}$ ,  $Fe^{3+}$  и др.,  $O'$  - летучие: O, Cl, S и др.), открытый в результате решения проблемы связывания воды в минеральном веществе [1], является универсальной кристаллохимической ячейкой минерального вещества, ответственной за все многообразие минералов, структурно-химические преобразования вещества пород, и, главное – преобразование энергии в минеральных системах. Исходя из этого и аналогии между Ox—Red структурами обеих частиц (Рис. 1а, б), аква-комплекс имеет фундаментальные основания рассматриваться в качестве неформального аналога ДНК для минеральной составляющей материи Земли. Соответственно, концепция аква-комплекса имеет основания претендовать на роль новой парадигмы геологических процессов [2].



Рис. 1 Схемы аква-комплекса (а) и ДНК (б) и образование кварц-золоторудного парагенезиса (в)

Свойства аква-комплекса как закона эволюции минерального вещества были показаны на конкретных примерах решения теоретических и практических проблем минералообразования. Концепция аква-комплекса раскрывает движущие силы и механизм изменения пород в единой эволюционной последовательности геологических процессов, включая образование месторождений полезных ископаемых, независимо от их специализации: рудные, углеводородные, алмазы. В качестве иллюстрации можно представить образование типичного кварц-сульфиды-золоторудного парагенезиса, который обусловлен распадом соответствующих комплексов при резком колебании Oх/Red и других параметров минералообразования (Рис. 1в). Этот механизм объясняет известную ассоциацию золота с кварцем и сульфидами, причину резкого различия промышленных месторождений золота и платины (в кислых и основных породах соответственно) и другие особенности их минерализации. Практический аспект имеет прямое отношение к извлечению т.н. «невидимых» благородных металлов из силикатно-сульфидных пород и развитию технологий комплексной переработки рудного сырья.

Приложения новой теории позволяют решить актуальные проблемы недропользования на принципиально новом технологическом уровне, одновременно – дают дополнительные данные в пользу ее объективности. В качестве примера можно привести проблему резкого снижения выхода нефти из пробуренных скважин. Эту проблему связывают с силицификацией нефти - подводящих каналов в окружающих резервуар породах при эксплуатации месторождения. На Рис. 2 а и б показано, что кремнезем на стенках нефть-подводящих каналов образуется в соответствии с доказанной реакцией образования нефти и газа в природе [2, глава 12], и причиной этого явления является резкое изменение давления ( $\Delta P$ ) в скважине после ее бурения.

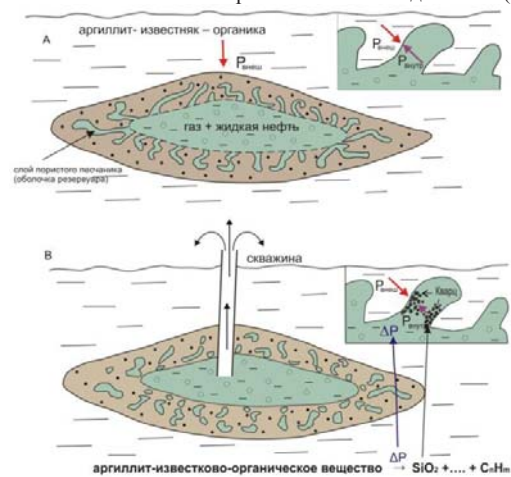


Рис. 2 Схема, объясняющая образование кварцевого цемента в нефтегазовых резервуарах: А – исходное состояние резервуара ( $P_{внешнее} = P_{внутреннее}$ ); Б - режим генерации нефти

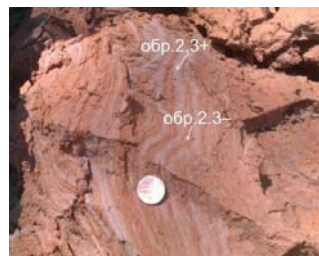


Рис. 3 Периодические структуры самоорганизации в образце грунта с высокой концентрацией As-Cl-углеводородных отходов

Возможности новой теории, основанной на концепции аква-комплекса, были также показаны на примере решения проблемы рекультивации территорий вредного техногенного воздействия [3]. В результате комплексного исследования процессов

самоорганизации зараженной почвы как механизма самовосстановления ее исходного минерального баланса был предложен реагент для резкого ускорения этого процесса и решения проблемы рекультивации территории “*in situ*”, т.е. без дистанционного удаления зараженного грунта.

**Литература**

1. Stenina N.G. Water-related defects in quartz. // Bull.of Geosciences. 2004. V.79. P. 251–268.
2. Stenina N.G. Evolution of the Mineral matter of the Earth: Theory and Implications. Energy paradigm of geological processes // [Scientific electron book: www.steninageo.com] Novosibirsk: Academic Publishing House “GEO”, 2013. 414 P.
3. Stenina N.G. “In place” remediation of contaminated soils// [www.steninageo.com. Recent applications.]. 2014. 17 P.

**НЕКОТОРЫЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ДЛЯ ДОКАЗАТЕЛЬСТВА НЕПРЕРЫВНОЙ РАБОТЫ ПРИРОДНЫХ РЕАКТОРОВ (МЕСТОРОЖДЕНИЙ)**

*Метакса Г.П.*

ИГД им. Кунаева, г. Алматы, Казахстан

Анализ исторических этапов развития горной науки показал необходимость рассмотреть накопившуюся информацию [1-4] с другой точки зрения, отражающей процессы взаимодействия элементов тела планеты с динамическими особенностями движения ее в пространстве [5]. В данной работе сделана попытка сравнить экспериментальные данные, полученные исследователями температурных аномалий на Апшеронском полуострове, и разработать методику расчета спектрального состава откликов на внешние воздействия на разных уровнях рассмотрения, включая воздействие суточных, лунных, годовых и солнечных циклов.

При исследованиях изменения температуры с глубиной для длительно простаивающих скважин месторождения Локбатан – Пута [1] было выявлено несколько аномалий, свидетельствующих о том, что простаивающие скважины находятся в процессе взаимного энергетического обмена с окружающими скважину минералами. В таблице 1 приведены даты замера и информация о температурном режиме внутри скважин.

Таблица 1 – Изменения температуры с глубиной по длительно простаивающим скважинам месторождения Локбатан – Пута [1].

№ скважины	Дата замера	Глубина замера, H, м	Температура T, °C	Геотермическая ступень S, м/°C	Геотермический градиент G, °C/100 м
1084	19.VI – 1969 г.	525	31		
		575	33	25	4,0
		625	35	25	4,0
		675	36	50	2,0
1019	30.IV – 1965 г.	650	35		
		850	40	40	2,5
		1050	44	50	2,5
964	8.V – 1965 г.	500	29		
		800	37	37	2,7
		1100	43	50	2,3
		1450	49,5	56	2,0
949	15.V – 1965 г.	500	28		
		800	35,5	40	2,5

		1100	42,5	43,5	2,3
		1400	48,5	50	2,0
1174	23.VI – 1965 г.	500	30		
		800	37,5	40	2,5
		1100	43,5	50	2,0
		1400	50,5	43,5	2,3
416	18.XII – 1964 г.	500	32		
		684	37,5	33,3	3,0
		950	45	35,7	2,8
		1200	50	50	2,0
463	2.XII – 1964 г.	400	31		
		800	44	30,8	3,25
		1200	51,5	56	1,9
		1590	59	56	1,9
607	25.XII – 1964 г.	300	26		
		450	30,5	33,3	3,0
		600	33,5	50	2,0
		776	38	40	2,5
376	18.VI – 1965 г.	300	27,5		
		500	33	36,3	2,75
		700	37,5	44,4	2,25
		822	40	50	2,0
896	27.VI – 1965 г.	800	41,5		
		900	43,5	50	2,0
		1000	46	40	2,5
		1133	48,5	50	2,0

По датам замера можно проследить тенденцию к осуществлению замеров в периоды летнего и зимнего солнцестояния, т.е. в моменты изменения скоростного режима перемещения планеты по орбите. По данным таблицы можно заметить, что для одной и той же глубины замера температурный режим внутри скважины испытывает существенные колебания. Например, на глубине 800 м скважины 964 и 117 имеют 37 °С, а скважина рядом 949 – 35 °С. Декабрьские замеры на этой же глубине показывают еще большую разницу:

- скважина 463 имеет 44 °С
- скважина 607 имеет 38 °С.

Соответственно показатель – геотермическая ступень – м/°С колеблется в пределах 30,8 – 50 м/°С. Физически этот показатель дает представление об изменениях теплопроводности (скорости звука) под действием изменения концентрационных соотношений, что, в свою очередь является признаком протекания физико – химических процессов.

Предполагая причину возникновения динамической неравновесности в поверхностном слое литосферы взаимосвязанной с условиями равновесия планетного масштаба, воспользуемся соотношением, устанавливающим связь между размером (R) и периодом (T) устойчивости основного состояния (третий закон Кеплера).

$$R^3 / T^2 = K = 3,36 \cdot 10^{18} \text{ м}^3 / \text{с}^2 \quad (1),$$

где K – константа, одинаковая для всех тел Солнечной системы, R – радиус Земли (6 378 км), T – период земных циклов (суточного, лунного, годового, солнечного).

Анализируя третий закон Кеплера можно заметить, что для всех твердых объектов солнечной системы он выполняется с математической точностью. При этом значение коэффициента K равно постоянной величине  $K = 3,36 \cdot 10^{18} \text{ м}^3/\text{с}^2$ . Если обратить внимание на размерность этого коэффициента, он имеет физический смысл



ускорения ( $c^2$ ), с которым происходит изменение объема ( $m^3$ ) в разреженном пространстве солнечной системы.

Для уплотненного вещества (планеты, спутники, астероиды) может работать этот же закон, но знак его должен характеризовать условия сжатия. По закону симметрии величина его полярна по отношению к условиям разреженного вещества и, предположительно, составляет  $K = 3,36 \cdot 10^{-18} m^3/c^2$ . Однако, в земных условиях планета находится под влиянием суточных циклов вращения вокруг своей оси, приливно – отливных воздействий, связанных с положением спутника Луны, а также с цикличностью процессов на Солнце. Поэтому для каждого цикла в условиях сжатия должен быть свой коэффициент сжатия, определяемый радиусом Земли и соответствующим временным циклом (смотрите таблицу 1).

Таблица 2 – Расчетные значения Кеплеровского соотношения для основных ритмов Земли

Наименования цикла	$K, m^3/c^2$
Суточный	$3,477 \cdot 10^{10}$
Лунный	$3,767 \cdot 10^7$
Годовой	$2,6 \cdot 10^5$
Солнечный	$1811 = 1,811 \cdot 10^3$

Таблица 3 – спектральный состав колебаний массива размером 500 м для геотермической ступени  $50 m/c^0$  месторождения Локбатан – Пута (расчет выполнен по 3 закону Кеплера).

№ п/п	Уровень рассмотрения (по циклам)	K	Периодичность отклика, с
1	Наноструктурный	$3,36 \cdot 10^{-18}$	$6,09 \cdot 10^{12} = 19,3 \cdot 10^4$ лет
2	Суточный	$3,477 \cdot 10^{10}$	0,0599; $\nu = 16$ Гц
3	Приливно – отливный (лунный)	$4,767 \cdot 10^7$	1,61; $\nu = 0,62$ Гц
4	Годовой	$2,6 \cdot 10^5$	21,92
5	Солнечный	$1,811 \cdot 10^3$	262 с = 4,37 мин.

Выполненный расчет дает представление о видах отклика определенной части массива (неоднородности) на существующие внешние воздействия. Порядок величин (кроме наноуровня) соответствует параметрам, измеряемым сейсмографами. Здесь же видно, что каждый отклик имеет свою собственную природу, определяемую сменой циклов воздействия. Физический смысл реакции неоднородности такого размера сводится к чередованию процессов сжатия – растяжения в рассматриваемом объеме. Здесь приобретает большое значение минералогический состав неоднородности. В случае преобладания кварцосодержащих структур (нефтяные месторождения) механическая энергия «растяжения – сжатия» преобразуется в электрическую (с последующим разогревом) за счет явления пьезоэффекта, присущего кристаллам кварца. А несжимаемый флюид вынужден перемещаться в сторону наименьшего сопротивления (чаще всего кверху), что сопровождается большим количеством «пропластков» на каждом месторождении. Таким образом, обеспечивается разрядка поступающих напряжений.

Для случая преобладания глинистой породы в неоднородности (грязевые вулканы) механизм преобразования поступающей внешней энергии определяется возможностями глинозёма. Он имеет слабую проницаемость для флюида и высокую диэлектрическую прочность для электрических эффектов. Поэтому неоднородность такого состава ведет себя как конденсатор (накопитель), который по мере накопления в нем избыточного давления, способного прорвать налегающую толщу, обеспечивает взрывоподобную разрядку напряжений.

Приведенные примеры различного преобразования механической энергии в другие виды свидетельствует о том, что динамический режим вращения Земли и его вариации, обусловленные положением планеты в пространстве, обеспечивают процессы синтеза с определенной цикличностью. Так работает природный реактор.

Совокупность представленных фактов позволяет сделать следующие выводы:

1. Колебания температуры для длительно простаивающих скважин, находящихся в одинаковых условиях, являются физическим признаком протекания химических процессов нефтегазообразования. Этот факт позволяет рассматривать все месторождения как природные реакторы.

2. Скорость протекания физико – химических процессов определяется показателем «геотермическая ступень», измеряемые в  $м/с^{\circ}$ . Этот параметр позволяет определить радиус взаимодействия для подобного рода процессов и рассчитать спектральный состав откликов месторождения на внешние воздействия.

3. Кеплеровские соотношения для основных ритмов планеты определяют спектральный состав откликов месторождения. На примере месторождения Локбатан – Пуга они находятся в инфразвуковом диапазоне частот для суточного, лунного и солнечного циклов, для наноструктурного уровня рассмотрения составляют сотни тысяч лет. Совпадение экспериментальных и расчетных значений свидетельствует о правильности разработанной методики оценки откликов на внешние воздействия.

#### **Литература**

1. Якубов А.А., Атакишев И.С. Геотермические исследования нефтегазовых месторождений Айшерона. Баку, 1973, 88 с.
2. Мелик-Пашаев В.С. Зависимость газоносных и нефтеносных свит от их металогеогенического состава. НХ № 2, 1950
3. Султанов Б.И. Некоторые причины геометрической аномалии Апшеронской нефтегазоносной области. «Нефть и газ», № 7, 1961, с. 5- 11
4. Ломоносов М.В. Слово о рождении металлов от трясения Земли, сентября 6, 1757 года говоренное. О слоях земных. – М, 1949, с. 210

## **СТРАТЕГИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УГЛЕВОДОРОДОВ НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ ОЦЕНОК ИХ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ**

*Руденко В.В., Галиулин И.М.*  
Горный институт НИТУ «МИСиС»

Для современных условий эффективного хозяйствования горнодобывающих компаний создана система оценок недропользования твердых полезных ископаемых (см. труды В.В.Руденко). Которая получила развитие в последнее десятилетие в работах ученых России, Казахстана, Монголии. Основные виды оценок: геометрические, квалиметрические, геомеханические, экологические, экономические – взаимосвязаны между собой.

Важную роль, по результатам исследований, в системе оценок недропользования, занимает новое научное направление «Квалиметрия недр», основоположником, которого является проф., д.т.н., проф. В.В. Руденко [2]. Оценка качества полезных ископаемых является многопрофильной проблемой и предметом исследований науки «Квалиметрия недр». Квалиметрия недр позволяет получить информацию о качестве полезного ископаемого на любой стадии недропользования и с учетом конъюнктуры рынка, инновационных технологий разведки, добычи и переработки [1].

Основными научными направлениями современной квалиметрии недр являются: **модели и методы количественной оценки качества полезных ископаемых, теория управления полнотой и качеством извлечения полезного ископаемого из недр при**

**недропользовании, теория управления качеством полезных ископаемых при недропользовании [2]** – сегодня решение, которых весьма актуально в системе оценок недропользования жидких и газообразных полезных ископаемых.

При квалитметрической оценке углеводородов учитываются особенности месторождения, качество, технология добычи, переработки, хранения и транспортирования углеводородов.

Учитывая геолого-гидрогеологические, структурно-тектонические, физико-механические свойства, геоэкологические особенности разрабатываемого месторождения, выделены значимые факторы, влияние которых оценено в геомеханической подсистеме, при выборе оптимального метода мониторинга за деформациями земной поверхности и подрабатываемых сооружений [3, 4]. На основе решения многокритериальной задачи оптимизации.

Структурная схема которой приведена на рис. 1.



Рис. 1. Структурная схема

#### Литература

1. Попов В.Н., Руденко В.В. и др. Квалитметрия недр: Учебное пособие для вузов. – М.: Изд-во Академии горных наук, 2000г, - 303 с.: ил.
2. Попов В.Н., Руденко В.В. и др. Оценки недропользования. Учебное пособие для вузов. – М.: Изд-во Академии горных наук, 2001. - 296 с.: ил.
3. Руденко В.В., И.М. Галиулин. Комплексирование геолого-технологической модели месторождения нефти и методов мониторинга за сдвижением земной поверхности для обеспечения безопасности подрабатываемых объектов. Горный информационно-аналитический бюллетень. - 2014. - № 4. - С. 180-184.
4. Руденко В.В., И.М. Галиулин. Система оценок недропользования месторождений нефти. Proceedings of the VI International Geomechanics Conference 24-28 June 2014, Varna, Bulgaria. - С. 400-406.

## СОВРЕМЕННЫЕ ГАЗОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ КОНТРОЛЯ ПРОЦЕССОВ ТЕХНОГЕНЕЗА В ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЕ

*Бачурин Б.А., Борисов А.А.*

Горный институт Уральского отделения РАН

К настоящему времени накоплен довольно значительный опыт использования различных модификаций поверхностных газовых съемок для решения таких задач, как поиск и разведка нефтяных и газовых месторождений, картирование разрывных нарушений, контроль изменения напряженно-деформированного состояния горного массива, прогноз геодинамических процессов, мониторинг герметичности подземных газохранилищ и др.

Полученная информация свидетельствует, что газы литосферы, являющиеся наиболее мобильным ее компонентом, несут важнейшую информацию об особенностях строения геологической среды и происходящих в ней природных и природно-техногенных процессах.

Установлено, что рассеянные в почво-грунтах газы содержат ассоциации миграционных компонентов, генезис которых обусловлен глубинными источниками (геогаз). В качестве газов-индикаторов предложено использование как инертных компонентов радиогенного происхождения (гелий, радон), так и углеводородных газов (УВГ). Последние особенно информативны в случае наличия в недрах мощных источников углеводородов — залежей нефти и газа, метанонасыщенных угольных и калийных пластов.

Расширению использования поверхностных газогеохимических исследований способствовало появление нового поколения газоанализаторов, позволяющих с высокой точностью осуществлять оперативный анализ состава грунтовых газов (подпочвенного воздуха). К этому поколению приборов относится экспресс-газоанализатор ECOPROBE-5 (производство фирмы RS DINAMICS Ltd, Чехия) [3]. Сочетание в данном приборе фотоионизационного (ФИД) и инфракрасного (ИК) детекторов позволяет фиксировать в составе откачиваемых из шпуров или скважин газов концентрацию метана, диоксида углерода, содержания углеводородов C<sub>1</sub>-C<sub>5</sub> (чувствительность 20 ppm) и суммарного содержания летучих органических соединений (ЛОС - чувствительность 0,0001 ppm).

На базе данного прибора фирмой RS DINAMICS Ltd разработаны станции автоматизированного газогеохимического контроля, позволяющие с заданной периодичностью производить автоматизированный анализ подпочвенного газа на содержание углеводородных компонентов и осуществлять дистанционную передачу получаемой информации в режиме реального времени на пункт обработки.

Ниже приводится краткая характеристика результатов апробации данного прибора при решении геолого-поисковых, горнопромышленных и геоэкологических задач.

Нефтегазовые объекты. Результаты поисково-геохимических исследований Пермского Предуралья и ряда других регионов свидетельствуют, что проявление вертикальных «ореолов рассеяния» залежей УВ в приповерхностных геохимических полях в большинстве случаев носит прерывисто-дискретный мозаичный характер, контролируемый наличием зон повышенной проницаемости разреза [2]. При этом площадь аномалий, как правило, не превышает первые десятки-сотни квадратных метров, что определяет точечный характер распределения аномальных проб. В связи с этим, стандартная методика газогеохимического опробования может привести к пропуску относительно небольших по площади аномалий. В этих условиях использование экспресс-газоанализатора ECOPROBE-5, позволяющего непосредственно в полевых условиях намечать аномалии предположительно

нафтидного типа и производить оперативную корректировку сети опробования с целью уточнения их конфигурации, дает возможность значительно повысить эффективность газогеохимических исследований и снизить объем дорогостоящих хроматографических анализов, осуществляемых только с целью уточнения генезиса закартированных аномалий.

Установлено, что введение месторождений в разработку приводит на отдельных участках к увеличению контрастности выделенных аномалий нафтидного типа, что отражает повышение интенсивности «газового дыхания» недр в пределах зон повышенной проницаемости разреза. Это позволяет взять под контроль участки, где возможна активизация вертикальных перетоков пластовых флюидов, включая дефектные скважины (газогеохимическое зондирование приустьевой зоны). На примере ряда месторождений доказано, что использование экспресс-газоанализатора ECOPROBE-5 позволяет по составу подпочвенных газов выделять очаги как «свежего», так и «старого» нефтезагрязнения геологической среды и картировать техногенные линзы нефти в зоне активного водообмена [2].

Калийные месторождения. Газогеохимические исследования в районе аварийной ситуации, связанной с затоплением рудника БКПРУ-1 на Верхнекамском месторождении (ВКМКС), показали, что выщелачивание и растворение солей приводит к высвобождению столь значительного количества газов, что в приповерхностном газовом фоне за относительно короткое время (2-3 мес.) формируется высококонтрастная аномалия метана: его содержание в подпочвенном воздухе в данном районе достигло до 2–6%, а в сорбированных в почво-грунтах газах — до 7.5–20.6% [1].

Опробование подработанной территории шахтных полей ВКМКС показало, что в условиях сохранности водозащитной толщи основным фактором, приводящим к поступлению углеводородных газов в приповерхностную часть разреза, являются процессы дегазации деформируемого породного массива. Опыт эксплуатации автоматизированных станций газогеохимического мониторинга показал, что интенсивность поступления метана и его гомологов их в приповерхностную часть разреза контролируется характером происходящих в породном массиве деформационных процессов, определяющих как масштабы высвобождения связанных газов, так и степень раскрытости и флюидопроницаемости зон природно-техногенной трещиноватости. Формирующийся на подработанной территории приповерхностный газовый фон отражает наличие зон природной и техногенной трещиноватости в надсолевой части разреза, контролирующей интенсивность массопереноса высвобождающихся газов. Поступление этих газов в приповерхностную часть разреза обуславливает формирование на этих участках в почвенном покрове относительно стабильных очагов повышенных концентраций углеводородных газов. Это позволяет использовать газогеохимическое зондирование для контроля процессов техногенеза в геологической среде. Особенно актуальной эта задача является в случае одновременной отработки территориально совмещенных запасов калийных руд и нефти и освоения минеральных ресурсов вблизи подземных водозаборов хозяйственного назначения.

Перечисленные примеры далеко не исчерпывают область применения данной технологии газогеохимического зондирования. Имеется опыт использования экспресс-газоанализатора ECOPROBE-5 при инженерно-экологических изысканиях, контроле состояния гидротехнических сооружений, мониторинге масштабов эмиссии биогаза на полигонах ТБО и др. [2].

Таким образом, опыт проведенных газогеохимических исследований показывает, что изучение особенностей газового «дыхания» недр с использованием современной аналитической аппаратуры дает уникальную информацию для решения широкого спектра геологических и геоэкологических задач.

#### **Литература**

1. Бачурин Б.А., Борисов А.А. Газогеохимические методы контроля процессов техногенеза в геологической среде Верхнекамского месторождения // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. – 2011. – № 6. – С. 144-151
2. Бачурин Б.А. Научно-методические особенности использования газогеохимического зондирования для решения геологопоисковых, горнопромышленных и геоэкологических задач // Стратегия и процессы освоения георесурсов. Сборник научных трудов. Вып. 11. - Пермь: ГИ УрО РАН. – 2013. – С. 45-48
3. Blaha G., Retief E. New method and instrumentation for the soil contamination survey (basic introduction) – <http://www.rsdynamics.com>

### **СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ОСВОЕНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ НА СЕВЕРО-ВОСТОКЕ РОССИИ**

*Рузанов В.Т.*

Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт им. Н.А. Шило  
Дальневосточного отделения РАН, г. Анадырь, Россия

Традиционно к возобновляемым источникам энергии (ВИЭ) в последние десятилетия относят гидроэнергию (ГЭС), энергию ветра, солнечную, геотермальную, приливов и волн, биоэнергетику (по биомассе) [1-6]. На Северо-Востоке России – от Лены до Колымы и Чукотки – сейчас наиболее освоенными из ВИЭ по мощности являются гидроресурсы, геотермальная и ветроэнергия, а также «старинное» использование сжигания дерева, торфа.

С вводом в эксплуатацию Колымской и Усть-Среднеканской ГЭС их мощность покрыла около 95 % Магаданской области, Аркагалинскую ТЭЦ пришлось вывести в резерв. Излишние мощности этих ГЭС передаются в Якутию, есть проект строительства ЛЭП на Чукотку, в район супергигантского медно-золотого месторождения «Баимка» в Билибинском районе Чукотского АО.

В советское время, в 1980-е годы, Ленгидропроектом готовились и другие проекты по строительству ГЭС на Северо-Востоке. Так, на реке Лена предлагалось строительство 4-х ГЭС, причём одна из них – Нижнеленская, была бы крупнейшей в мире по мощности и площади водохранилища [4]. На Чукотке также предлагалось построить 6 ГЭС, на реках Омолон, Анадырь, Амгуэма, но в конце 1980-х был выбран один вариант – «Амгуэмская ГЭС» [6]. В связи с протестами оленеводов, экологов и ухудшением экономики «перестройки» строительство было заморожено.

На ЮЗ Камчатки построен каскад небольших ГЭС и есть планы строительства новой ГЭС для г. Петропавловска-Камчатского. Паратунская и Паужетская геотермальные станции широко известны, перспективы геотермии региона здесь не рассматриваются.

На Чукотке из ВИЭ наибольшее распространение получили ветровые энергетические установки (ВЭУ). Небольшие установки работали на метеостанциях, перевалбазах, рыбучастках более 30-40 лет назад. Первая, крупнейшая, экспериментальная ВЭУ была построена в пос. Нагорный в конце 1980-х годов, её отличительная особенность – не вертикальное, а горизонтальное, параллельное поверхности, расположение лопастей (карманов нагнетания); к сожалению, проектировщики не учли аномально высокой скорости ветра, и установку скоро снесло с фундамента. Такая же участь постигла и некоторых небольших ветроустановок в районе г. Анадыря. Видимо, с учётом опыта эксплуатации «ветряков», в 5 км к северу от г. Анадыря, на мысе Обсервации, была построена «...экспериментальная ветроэлектростанция, состоящая из 10 ВЭУ типа АВЭ-250М мощностью по 35 кВт

каждая...которая пущена в промышленную эксплуатацию в 2003 г. [5]. По другим данным, мощность каждого агрегата 250 кВт, в сумме 2,5 МВт.

В заключение следует отметить высокие перспективы ВИЭ на Северо-Востоке России. Наиболее благоприятны в ближайшей перспективе – гидроэнергетика, ветроэнергетика, геотермия. В то же время необходимо учитывать, что такие источники, как нефть, газ, уголь автоматически исключались из ВИЭ. Недавно (июль 2015) представлена другая версия – запасы некоторых углеводородов – нетрадиционных (газогидраты, водорастворенные газы континентов, сланцевые и др.) на несколько порядков превышают запасы «традиционных», легко извлекаемых нефти и газа [2, 3]. Следовательно, запасы нетрадиционных углеводородов возможно отнести к относительно «бесконечным» ВИЭ для человечества, по аналогии к другим ВИЭ, напрямую зависящим от Солнца.

#### **Литература**

1. Когодовский О.А., Фриштер Ю.И. Гидроэнергетика Крайнего Северо-Востока. – М.: Энергоатомиздат, 1996. – 304 с.
2. Мастепанов А.М. Об энергетической ситуации в условиях новых вызовов и геополитических реалий. // Академия Энергетики. 2015. № 3. – С. 4-10.
3. Низкие цены на нефть и ВИЭ / Аналитический центр при Правительстве РФ // Академия Энергетики. 2015. № 3. – С. 52-54.
4. Толстихин О.Н. Дорога с остановками / О.Н. Толстихин; отв. ред. В.В. Шепелёв; ФГБУН ин-т мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН. – Якутск: Изд-во ФГБУН Ин-т мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН, 2012. – 140 с.
5. Штильман Л.М., Лисовский В.К., Кривошеков В.С. и др. Состояние энергетики и перспективы использования возобновляемых энергоресурсов в Чукотском автономном округе. // Ориентиры развития Берингии в XXI веке. – Магадан: ЧФ СВКНИИ ДВО РАН, 2004. – С. 38-55.
6. Экология бассейна реки Амгуэма (Чукотка). Ч. 1. – Владивосток: Дальнаука, 1993. – 235 с.

### **ГЕОРИСКИ ОТ ТЕХНОГЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ПРИРОДООХРАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИХ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ КЫРГЫЗСКОГО ТЯНЬ-ШАНЯ**

*Усунаев Ш.Э.<sup>1</sup>, Атыкенова Э.Э.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Центрально Азиатский институт прикладных исследований земли, г. Бишкек

<sup>2</sup>Институт горного дела и горных технологий имени академика У. Асаналиева

В работе исследованы техногенные месторождения и геориски геоэкологического характера с позиции методологии инженерной геонии (ИГН). Геоэкологические риски представлены радиоактивными и токсичными отходами горного-рудного производства, гидрохимическими аномалиями и природными дозовыми нагрузками гамма излучения.

ИГН исследования позволили репрезентативные 16 районов с отходами горного производства находящиеся на территории Кыргызского Тянь-Шаня по мере уменьшения георисков геоэкологического характера расположить в следующей последовательности: 1. Майлуу-Суу, 2. Мин-Куш, 3. Ак-Тюз, 4. Орловка и Кашка, 5. Каджи-Сай, 6. Кутесай и Калесай, 7. Туя-Моюн, 8. Терек-Сай, 9. Кумтор, 10. Сумсар и Шекафтар, 11. Кара-Балта, 12.Атжайляу, 13.Улу-Тоо, 14. Хайдаркан, 15. Макмал, 16. Кан.

Разработанные авторами меры минимизации георисков заключаются в: а). составлении карт ИГН оценки, типизации и прогнозирования георисков геоэкологического характера, в целях принятия превентивных мер защиты населения и территории от их негативного воздействия; б). в технической мелиорации грунтов с получением искусственных грунтов с заданными безопасными для населения и окружающей среды свойствами; в). искусственном вторичном преобразовании и извлечении полезных компонентов из техногенных месторождений.

**К первой группе способов получения искусственных грунтов** относится:

1. Методы разубоживания радиоактивных и токсичных отходов нейтрализующими грунтами гасящими риски (каменная соль, известь, биогенные и глинистые грунты и т.д.) до безопасной дозовой нагрузки гамма-излучения.

2. Способ силикатизации и выплавления отходов с грунтами с заданной не вредной для здоровья нагрузкой гамма-излучения.

3. Способ предельно сверхтонкого измельчения горных отходов за счет высокой энергии электронов в реакторах диспергации грунтов, для извлечения полезных компонентов и последующего получения строительных изделий с заданными свойствами.

**Вторая группа способов** получения искусственных грунтов связано с вторичным извлечением полезных компонентов из отходов и последующего их преобразования по выше приведенным методам: 1. Способ многократного замкнутого цикла вымывания высоко-очищенной дисцилированной водой и мало-или безотходного извлечения полезных компонентов. 2. Метод циклического вымораживания воды с концентратом извлеченных полезных компонентов из раствора.

**Третья группа методов** снижения георисков связано с консервацией и сжиганием опасных ингредиентов: 1. Способ сжигания отсепарированных опасных веществ отходов в низко-температурной плазме. 2. Метод консервации технологически не извлекаемых опасных компонентов в безопасные саркофаги.

Составлен с участием авторов "Государственный кадастр отходов горного производства на территории Кыргызстана", систематизированный в 92 паспортах (2006 г.), и переданный для практического использования, в которой приводятся характеристики их запасов и возможности использования для вторичного извлечения полезных компонентов с описанием георисков и рекомендациями по их минимизации.

При учете всех положительных эффектов (социальный, экологический и т.д.) предлагаемые способы в перспективе становятся самоокупаемым и прибыльным.

## РЕСУРСОБЕРЕЖЕНИЕ В РЕСПУБЛИКЕ УЗБЕКИСТАН

*Убайдуллаева Л.Ш.<sup>1</sup>, Жураев С.Х.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Филиал ФГБОУ ВПО «РЭУ им.Г.В.Плеханова» в г. Ташкенте, Узбекистан

<sup>2</sup>Ташкентский государственный технический университет, Узбекистан

В результате любой деятельности предприятия главное место занимают ресурсы, отсюда ресурсосбережение как нельзя актуально на сегодняшний день. Любой процесс хозяйственной деятельности сталкивается с такой проблемой, как нехватка ресурсов.

В условиях модернизации и дальнейшего развития экономики Республики Узбекистан, отечественные предприятия, как раз ощутили тот самый урон от того, что не смогли рационально использовать свои ресурсы и заметно низкое качество ресурсосбережения. В решении данной проблемы требуется уделить пристальное внимание анализу будущего положения. Финансовая политика предприятий требует оценку различных вариантов использования ресурсов. Выбор той или иной стратегии во многом зависит от экономических условий.



Основной задачей промышленных предприятий в этом случае является улучшение использования материальных ресурсов, в том случае, если рационально использовать топливо, вспомогательные материалы, сырье, соответственно и расход на продукцию будет меньше, что создает благоприятные условия для увеличения общего объема производства в промышленности.

Соответственно для того, чтобы решить эти вопросы успешно, необходимо перевести экономику республики на инновационный путь развития, что собственно и осуществляется в нашей стране.

Основными целями и задачами промышленной, энергетической, социально - экономической и других политик Республики Узбекистан является создание и применение ресурсосберегающих технологий, а так же создание экологически безопасных производств и т.д. Хотелось бы отметить, что ключевыми задачами экономического развития является рациональное природопользование и ресурсосбережение.

Но опираясь на опыт нашей страны, мы видим на практике, что реализация задач по ресурсосбережению медленно внедряются практически во все сферы деятельности. Основной проблемой сохранения негативной тенденции внедрения ресурсосберегающих технологий является отсутствие четко сформулированной инновационной политики. Следующая проблема ресурсосбережения заключается в отсутствии производственных технологий отвечающих требованиям эффективного расходования ресурсов.

Поэтому так необходимо внедрение инновационных технологий, но этого мало, ведь требуется для эффективного их использования благоприятных институциональных условий, законодательства, механизмов управления.

Для того чтобы решить ряд вопросов рационального природопользования и ресурсосбережения в особенности, необходимы комплексные методики исследования перехода нашей страны на рельсы ресурсосбережения, рационального природопользования, экологической безопасности. Для осуществления данной цели необходимо:

- провести ряд исследований касательно таких вопросов как перевод экономики страны на рациональное природопользование и ресурсосбережение, вывести в чем заключается проблема и преграда прогресса экономики Узбекистана в русле ресурсосбережения, восстановления природных ресурсов;

- обеспечение контроля и оценки деятельности органов государственной власти касательно природопользования и ресурсосбережения;

- формирование приоритетных областей развития ресурсосбережения, в первую очередь энергосбережения, исходя из объема потребляемых топливных ресурсов, приоритетное создание передовых технологий производства тепловой и электрической энергии, технологии возобновляемых источников, технологий энергосбережения в промышленности, жилищно-коммунальном хозяйстве и транспорте;

- разработку критериев оценки эффективности выполнения государственных природоохранных функций, оценку результативности государственной политики в сфере природопользования и охраны окружающей среды;

- разработка конкретного перечня критериев и показателей оценки результативности государственной политики в сфере природопользования и охраны окружающей среды позволит повысить эффективность управления ресурсосберегающими процессами и мероприятиями и обеспечить их практическое применение;

- разработку стратегии и программ рационального природопользования, ресурсосбережения и охраны окружающей среды, комплекса мероприятий по созданию условий для повышения эффективности использования ресурсов на всех уровнях хозяйствования, включая отдельные предприятия;

- разработку нормативных документов по реализации комплексного государственного контроля за выполнением требований законодательства Республики Узбекистан, международных норм и правил в области природопользования и охраны окружающей среды, а также повышения защищенности природной среды и обеспечения безопасности

жизнедеятельности человека от негативных природных явлений и антропогенного воздействия;

разработку мероприятий по формированию институциональных рамок внедрения природоохранных и ресурсосберегающих мероприятий в рамках модернизации отечественной экономики. Такие мероприятия в дальнейшем могут быть конкретизированы и применены при разработке стратегии и программ регионального развития, программ модернизации структуры управления и производства предприятий и организаций на принципах ресурсосбережения и рационального природопользования, программ инновационного развития и экологической безопасности конкретных промышленных предприятий;

построение базовой теоретической и экономико-математической модели стратегического управления экономикой на основе принципов рационального природопользования, ресурсосбережения и охраны окружающей среды с учетом институциональных и инновационных факторов развития.

Построение такой комплексной модели стратегического управления рациональным природопользованием и ресурсосбережением позволит с достаточно высокой степенью вероятности строить прогнозы развития этих процессов как в экономике в целом, так и в ее отдельных секторах (по отдельным видам ресурсов: недра, водные ресурсы, энергопотребление, человеческие ресурсы и т.д.), а также разрабатывать комплекс мероприятий по повышению качества реализации государственных функций в области природоохранной деятельности и рационального использования ресурсов.

Современный стратегический подход к управлению рациональным природопользованием и ресурсосбережением должен учитывать также фундаментальные тенденции усиления роли инновационных факторов развития. Поэтому инновационная деятельность, в том числе в области природоохранной и ресурсосберегающей деятельности должна стать основой стратегической политики всех хозяйствующих субъектов, и отдельных предприятий, и государства в целом.

#### **Литература**

1. Басовский Л.Е. Комплексный экономический анализ хозяйственной деятельности: Учеб. пос. / Л.Е. Басовский, Е.Н. Басовская - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014 - 366 с.
2. Фатхутдинов Р.А. Инновационный менеджмент. 3-е изд. - Т.: Менеджмент, 2014. - 466 с.– Режим доступа: [http://znanium.com /bookread.php?book](http://znanium.com/bookread.php?book).
3. Экономика: Учебник / А.И. Балашов, С.А. Тертышный. - М.: Магистр: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 432 с.

**ПРИРОДООХРАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОСВОЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ  
ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ И ИХ ТРАНСПОРТИРОВКИ**

**ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЫБОРА ПРИРОДООХРАННОЙ  
ТЕХНОЛОГИИ**

*Мельникова Д.А., Яговкин Г.Н.*  
ФГБОУ ВПО «Самарский технический университет»

Для оценки эффективности функционирования природоохранных технологий объектов существует достаточно много критериев: надежность, точность, стоимость и т.д. [1].

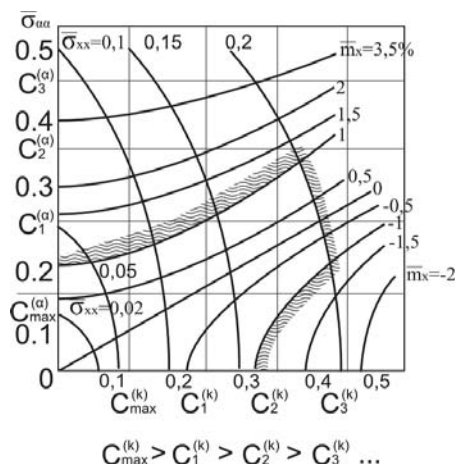


Рис. 1. Номограмма для анализа эффективности природоохранной технологии

На схеме, приведенной на рис. 1, построены зависимости тактико-технических требований природоохранных технологий по математическому ожиданию, дисперсии и стоимостным критериям с учетом разброса параметров.

Это дает возможность производить синтез системы по заданным тактико-техническим требованиям. В частности, по точностным характеристикам выходного сигнала системы назначать допуск на разброс параметров любого элемента. Назначение допуска на разброс функциональных характеристик элемента системы помимо соображений производственного, технологического характера должно базироваться и на экономической целесообразности.

Как правило, тактико-технические требования определяют допустимый разброс фазовой координаты системы. Естественно, что и чувствительность к изменению различных параметров системы не одинакова. Разброс одних параметров приводит к значительному изменению выходной фазовой координаты, разброс других – почти не сказывается на выходной характеристике системы.

Выбор границ разброса параметров объекта управления (природоохранной технологии) можно осуществить, если справедливо допущение о независимости дисперсий разброса каждого параметра и линейности его относительно целевого:

$$\sum_{i=1}^n a_i \sigma_i^2 = \alpha_x^2$$

где  $m$  – общее число рассматриваемых параметров;  $i$  – номер параметра;  $a_i$  – весовой коэффициент, определяющий влияния параметра на эффективность; система – дисперсия  $i$ -го параметра;  $\sigma$  – допустимое значение дисперсии целевого параметра, определяемого тактико-техническими требованиями.

Задача оптимизации разброса параметров объекта управления сводится к определению всех  $\sigma > 0$ , обращающих в минимум некоторую функцию стоимости:

$$\xi(\sigma) = \sum_{i=1}^r \xi_i(\sigma_i)$$

при выполнении приведенных выше условий.

Функция стоимости разброса параметров системы убывает с ростом границ разброса параметра. При этом точка, определяющая оптимальный набор разброса параметров  $\xi(\sigma)$  будет лежать на границе области, определяемой равенством

$$\sum_{i=1}^n a_i \sigma_i^2 = \alpha_x^2 \quad (1)$$

и будет являться точкой условного экстремума функции  $\xi$  при условии (1).

Задача может быть решена методом неопределенных множителей Лагранжа.

Однако условие (1) на практике может выполняться лишь в некоторых частных случаях.

Для выбора поля разброса параметра следует найти связь между дисперсией внутренних параметров систем и дисперсией целевой функции. Исходя из тактико-технических требований к системе, за целевую функцию принимают разброс выходной величины. Если задан допустимый разброс выходной величины по математическому ожиданию и дисперсии, а также функция стоимости дисперсии параметров системы, можно найти допустимый разброс. Очевидно, что это требование, заключается в том, что среднее значение выходной величины совокупности должно удовлетворять заданной точности, а осредненный разброс относительно математического ожидания не должен превышать заданной величины.

#### Литература

1. Иберла П. Факторный анализ. М.: Статистика. 1980. – 398 с.

## ГРУППИРОВКА ИННОВАЦИОННЫХ МЕТОДОВ И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ОСВОЕНИЯ АКВАЛЬНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

*Воробьев А.Е., Ибрагимов Р.*

Российский университет дружбы народов, г. Москва, Россия

По мере истощения полезных ископаемых в результате их отработки на суше все большее значение будет приобретать их добыча со дна морей и океанов (различных акваторий). И в этом случае весьма важным представляется четкое видение того, что будет предметом освоения (какое полезное ископаемое), в какой форме оно залегают на морском дне и чем будет разрабатываться.

Первым таксоном разработанной группировки является **вид** минеральных ресурсов, находящихся на дне акваторий (озер, морей и океанов), которые могут быть в твердом состоянии (различные корки и конкреции), дисперсном (пески и гравий), мелкодисперсном (донные грунты и илы), гелеобразном (металлоносные гели), жидком (металлоносные термальные воды) и газогидратом состоянии (гидраты горючих газов).

В отдельный минеральный ресурс необходимо выделить водорастворимые горючие газы (сероводород, метан и другие). Подводные месторождения разнообразных полезных ископаемых и залежи металлоносных донных осадков (различные металлоносные подводные формации) зачастую представлены шламами и подобными веществами текучей и частично вязкотекучей консистенции, с различным качественным составом, изменяющимся по мощности подводной залежи. Первым минерально-сырьевым ресурсом различных водоемов (прежде всего рек), который массово использовался человечеством были *песчано-гравийные смеси* (рис. 1). Необходимо отметить, что их речные и морские запасы занимают обширную территорию земного шара. При чем, при запасах морских песков, оцениваемых триллионами тонн, ежегодная мировая добыча составляет всего лишь около 1 млрд. т год [1].

В ходе анализа целесообразно выделить следующие основные используемые характеристики аквального песка:

- объемно-насыпную массу (насыпная плотность), представляющую собой плотность песков в неуплотненном состоянии. При расчете насыпной плотности учитываются не только объем непосредственно всех песчинок, но также и пространство между ними. После уплотнения песка, его плотность несколько увеличивается и перестает быть насыпной. Насыпная плотность сухого песка составляет  $1440 \text{ кг/м}^3$ , а мокрого –  $1920 \text{ кг/м}^3$ ;



Рис. 1. Речной и морской песок

- модуль крупности (табл. 1) - это условное значение (обобщающая характеристика) крупности песка, определяемая как частное от деления суммы всех полных остатков на стандартных ситах, деленных на 100;

- коэффициент фильтрации (согласно ГОСТ 25584-90), представляющий скорость фильтрации воды в песке при градиенте напора, равном единице, и линейном законе фильтрации;

- класс радиоактивности;
- содержание пылевидных, илстых, глинистых частиц.

Таблица 1

Классы и группы песка

Класс и группа песка		Содержание зерен крупностью, в % по массе		
		более 10 мм	более 5 мм	менее 0,16 мм
I класс	Повышенной крупности, крупный и средний	0,5	5	5
	Мелкий	0,5	5	5
II класс	Очень крупный и повышенной крупности	5	20	10
	Крупный и средний	5	15	15
	Мелкий и очень мелкий	0,5	10	20
	Тонкий и очень тонкий	Не допускается	Не допускается	Не нормируется

Следующим, широко используемым аквальный минеральным ресурсом, был озерный *сапропель* (рис. 2) и илстые грунты.



Рис. 2. Озерный сапропель

Известно, что на территории России расположено свыше 2-х млн. пресноводных озер. В некоторых из них, так называемых «стоячих» озерах, образуется сапропель. По прогнозам ученых во всех озерах Российской Федерации естественным образом накоплено 230 млрд. м<sup>3</sup> сапропеля (из них в Нечерноземье - 50). Его ресурсы только в болотных массивах составляют более 4 млрд. м<sup>3</sup> [13].

*Илстый грунт* — структурное глинистое образование, сформировавшееся в воде в начальной стадии отложения коллоидно-глинистых осадков, при наличии микробиологических процессов, и являющееся одним из структурно-неустойчивых видов грунтов, структура которых не обладает достаточной прочностью и устойчивостью и легко может быть нарушена действием добавочного (сверх природного) давления (часто даже весьма незначительной величины).

Еще одним морским полезным ископаемым, широко разрабатываемым в настоящее время являются *ракушки*, которые представляют собой первичную структуру кальций- карбонатных соединений биогенного происхождения [22]. Это пустые раковины относительно недавно (до 500 лет) погибших моллюсков, которые в результате многолетних накоплений образуют беспорядочно расположенные залежи мощностью от 0,5 до 3,5 метров. В зависимости от среды происхождения различают морскую и речную ракушку.

Морские залежи ракушки формируются, как правило, на отмелях длинных морских кос вдоль заливов и морских лиманов [22]. Генетически они представляют собой современные морские осадки, намываемые морскими течениями и прибоем вдоль береговой линии в виде валов и кос (рис. 3). Подобные скопления морской ракушки имеют ширину и длину несколько километров. Основным компонентом в составе месторождений морской ракушки являются известковые раковины (целые или обломки) современных моллюсков, содержащие в качестве примесей небольшие количества песка, глины, органических остатков и др.



Рис. 3. Залежи морской ракушки [19]

В России значительные месторождения морской ракушки расположены на побережье Каспийского моря (в пределах республики Дагестан), а кроме этого они разведаны на Черном и Азовском морях [22].

В частности, наиболее крупным на Азовском море является Должанское месторождение морской ракушки [22]. Оно расположено в 3 км к северо-западу от ст. Должанской и в 45 км к западу от г. Ейска, на косе Долгой.

Здесь полезная толща залежи представлена средне-четвертичными и современными морскими отложениями, на основе целых и дробленых морских ракушек, с некоторой примесью песка [22].

Ракушечные скопления залегают пластообразно в виде косы длиной 4 км и шириной от 30 до 1200 м; мощность полезной толщи составляет 2,65-6,1 м. Вскрыша отсутствует.

Гранулометрический состав ракушечных отложений (частные остатки) [22]: 5 мм - 5,0-90,2%; 2 мм - 8,0-52,0%; 0,8 мм - 0,5-52,2%; 0,5 мм - 2,3-40,0%.

Минералогический состав ракушечных отложений (% содержания по фракциям) [22]: карбонатные минералы - 83,68%; магнитная фракция - 0,019%, электромагнитная фракция - 0,032%; тяжелая немагнитная фракция - 0,019%; легкая немагнитная фракция - 16,2%.

Химический состав ракушки в естественном виде (в вес. %) [22]: нерастворимый остаток - 2,9-25,8;  $\text{CaCO}_3$  - 63,0-93,9;  $\text{SiO}_2$  - 2,3-25,2;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  - 0,2-1,9;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  - 0,26-1,27;  $\text{P}_2\text{O}_5$  - 0,04-0,002;  $\text{MgO}$  - 0,03-0,48;  $\text{K}_2\text{O}$  - 0,04-0,43;  $\text{Na}_2\text{O}$  - 0,13-0,57; F - 0,01-0,04; As < 0,002;  $\text{SO}_3$  - 0,003-0,2; п.п.п. - 33,9-45,8.

Кроме этого, залежи морских раковин встречаются близ берегов США, выходящих к побережью Мексиканского залива, а также вдоль побережья Флориды до мыса Романо. Здесь мощность ракушечных наслоений достигает местами более 25 футов [6].

Еще одним широко распространенным морским минеральным ресурсом является **ракушечник** (рис. 4), добыча которого в России производится со дна Азовского, Черного, Белого и Баренцева морей.

Необходимо отметить, что при ежегодном мировом потреблении известняков суши около 200 млн. т за тот же период на дно океана осаждается 1,5 млрд. т известковых илов, а их суммарные запасы составляют  $10^{16}$  т [1].



Рис. 4. Морской ракушечник

Существуют попытки использования аквальных месторождений фосфоритовых и баритовых конкреций, а также других несвязанных и слабосвязанных отложений полезных ископаемых морского дна (с учетом того, что более 90% донных отложений Мирового океана являются уплотненными осадками).

**Фосфоритовые конкреции** представляют собой округлые, неправильные и пластообразные отдельности (рис. 5), различающиеся по размерам - от долей мм до 0,7 мм, а также по составу примесей — кварцево-песчанистые, глауконито-песчанистые и глинистые (плотные) [2].

В составе морских донных осадков фосфоритовые конкреции пока были найдены близ берегов Японии, Южной Африки и Аргентины, а также вдоль восточного побережья США и западных берегов Американского континента [25]. В целом, морские (океанические) мировые потенциальные запасы фосфатного сырья оцениваются в сотни миллиардов тонн.

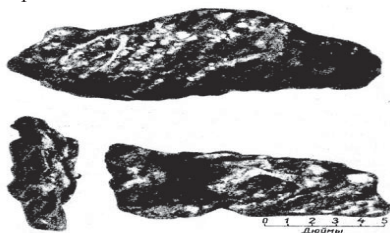


Рис. 5. Фосфоритовые конкреции, поднятые со дна океана близ банки Фортимайл (в 40 милях на запад от Сан-Диего, Калифорния). Конкреция, показанная в верхней части рисунка, весит 128 кг и практически не содержит терригенного материала и включений нефосфатного состава. Внизу та же конкреция, снятая спереди и сбоку; отчетливо видна неправильная форма конкреций, нередко имеющих ряд сквозных отверстий [25].

Фосфоритовые конкреции морского происхождения обычно содержат 20-30%  $P_2O_5$ .

Другое полезное ископаемое океанического дна - **баритовые конкреции**, содержат 75-77% сульфата бария [23]. Эти конкреции были обнаружены на шельфе Шри-Ланки, близ банки Син-Гури в Японском море и в других районах Мирового океана. На Аляске в проливе Дункан, на глубине 30 м разрабатывается пока еще единственное в мире морское жильное месторождение барита.

Еще одним видом аквальных минеральных ресурсов, которые человечество начало осваивать в конце XX века явились **железомарганцевые конкреции** (рис. 6), формирующиеся на дне озёр, морей и океанов.



Рис.6. Железомарганцевая конкреция

В ряде случаев морские россыпи характеризуются гораздо более высоким содержанием ценных минералов, чем аналогичные месторождения на суше [17]. Это обусловлено тем, что волны постоянно взмучивают и перемешивают донные породы, а существующие придонные течения уносят более легкие частицы, в результате чего море весьма длительное время работает как природная обогатительная фабрика.

В частности, имеются попытки добычи с морского дна таких видов минеральных ресурсов, как россыпное золото, платина и олово (особенно на мелководье арктического шельфа, прежде всего - в устьях рек, проходящих через золотоносные районы), а также полиметаллических руд, с одновременным осуществлением их комплексной переработки и производством на месте товарной продукции (никеля,



кобальта, меди и др. редких металлов), с получением и других различных ценных веществ (минеральных солей, брома, дейтерия, лития, магния и т.д.).

В конце XX века были обнаружены *титаномагнетитовые пески* у берегов Японии и оловоносные (касситеритовые) пески вблизи Малайзии и Индонезии [17]. Подводные *россыпи оловянной руды* представляют собой шельфовое продолжение крупнейшего в мире наземного оловоносного пояса, протянувшегося от Индонезии до Таиланда. В результате значительная часть разведанных запасов олова оказалась сосредоточенной в береговых долинах и на их подводном продолжении. Более тяжелые продуктивные пески, содержащие от 200 до 600 гр. олова на 1 м<sup>3</sup> породы, концентрируются в понижениях морского дна. Как показали результаты бурения в море, местами их мощность достигает 20 м.

У берегов Южной Индии и Шри Ланки протянулись мощные *ильменитовые и моноцитовые пески*, содержащие железотитановую руду и фосфаты редкоземельных элементов (цезия и лантана) [17]. Эта многокилометровая полоса обогащенных песков прослеживается в море на расстоянии до 1,5 км от берега. Мощность ее продуктивного слоя местами достигает 8 м, а содержание тяжелых минералов иногда доходит до 95 %.

В ходе геологического обследования дна океана было установлено, что здесь *алмазы* встречаются в аллювиальных отложениях, состоящих из песка, гравия и валунов (на глубине до 50 м) [17]. Так, первая же проба морского грунта весом 4,5 т содержала 5 алмазов общей стоимостью 450 долларов. В дальнейшем на этом же участке моря было добыто почти 200 тыс. каратов алмазов.

Алмазоносные россыпи тянутся вдоль побережья от устья реки Оранжевой до горы Людерик [18]. Кроме того, россыпи обнаружены в бухте Чамай и у острова Плюм-Пуддинг. Их разработка уже ведется на глубинах от 12 до 300 м. Содержание алмазов в россыпи достигает 5-14 карат на 1 т гравия, что в среднем более чем в 5 раз превышает их содержание в береговых россыпях. При этом донные отложения могут быть как *магнитными*, так и *немагнитными*, что определяющим образом влияет на выбор технологии их освоения.

Следующим таксоном разработанной нами группировки служит **тип** добывающего оборудования.

Еще Г.В.Ф. Гегель в своих работах "Реальная философия" и "Философия права" связал разработку и появление разнообразных специализированных машин с возникшим разделением труда [7].

Первой категорией добычного оборудования нужно выделить различные *устройства*. При этом необходимо отметить, что в современных нормативных актах отсутствует единое и универсальное определение термина "техническое устройство". В частности, определение термина "техническое устройство" приведено в различных нормативных актах, где указанный термин меняет свое значение в зависимости от области производства, целей применения, функционирования самого "устройства" и т.д. [10]. Так, по ГОСТ 23004-78 техническим устройством называется изделие для преобразования, добычи, перемещения, а также контроля объектов или управления ими. В этом случае к техническим устройствам относят инструменты, приспособления и т.д.

Техническое устройство - технологическое оборудование, технические системы (комплексы), аппаратура, приборы, их узлы и составные части, применяемые на производстве [24].

Таким образом, применяемый термин "техническое устройство" не имеет ограничений по сложности или протяженности, пространственным и топологическим характеристикам, количеству и составу комплектующих изделий, т.е. под техническим устройством можно понимать как отдельную единицу оборудования, так и комплексную технологическую установку [24].

В практике освоения месторождений полезных ископаемых со дна морей и океанов часто используют такой термин, как *«технические средства»*.

Согласно С.М. Штину к техническим средствам относятся различные самоотвозные трюмные **рефулерные землесосы**, якорные **рефулерные землесосы**, земснаряды с гидравлическим разрыхлителем, самоходные снаряды с подвесным рефулерным трубопроводом (типа "Ямал"), грейферные самоотвозные земснаряды, одночерпаковые земснаряды, многочерпаковые земснаряды, скреперные самоотвозные земснаряды, т.е. довольно большой класс разнообразной техники и машин.

Кроме этого среди добычного оборудования выделяют различные *установки*, под которыми понимают совокупность взаимосвязанных приборов, аппаратов и оборудования (технических средств) [16], согласованная работа которых обеспечивает выполнение заданных процессов и операций по освоению минеральных ресурсов на дне различных акваторий.

В частности, для подъёма различных полезных ископаемых с морского дна используются гидравлические, механические, а также автономные и комбинированные (включающие гидравлические, механические и автономные элементы) установки [3].

При этом подъём пульпы гидравлическими установками осуществляется за счёт [3]:

- прокачки воздуха (эрлифтные установки, рис. 7, а);
- перекачивающими грунтовыми насосами, размещёнными последовательно по длине трубопровода (землесосные установки, рис. 7, б);
- перемещением загруженных контейнеров по трубопроводам (рис. 7, в);
- заполнением заглублённого полого элемента пульпой, которая разделяется на твёрдую и жидкую фазы, перекачиваемые соответственно на транспортное судно или за борт (рис. 7, г).

Необходимое уменьшение скорости движения пульпы перед ее погрузкой достигается увеличением диаметра трубопровода у дневной поверхности [3]. При этом для выделения воздуха из пульпы служат многочисленные воздухоотделители.

Отличительной особенностью добычных установок при глубоководной добыче полезных ископаемых является значительная длина их транспортных магистралей [3].

Поэтому на гидравлических подъёмах устанавливают движители, спрямляющие линию трубопровода, на которые обычно влияют подводные течения, а также движение добычного судна и агрегата сбора [3].

При механическом подъёме используются главным образом тяговые канатные устройства с канатами, снабжёнными черпаками или тралами (рис. 2, д) [3].

Глубоководная добыча с автономными установками подъёма основана на применении различных аппаратов переменной плавучести, которые совершают челноковые рейсы между добычным судном и дном или агрегатом сбора, осуществляя подъём добытого материала, накопленного в своих трюмах (рис. 2, е) [3].

Следующее по сложности устройство (применяемое для морской разработки аквальных месторождений полезных ископаемых) – **агрегат** (рис. 8, 9), представляет собой соединение для общей работы 2-х или нескольких разнотипных машин или совокупность нескольких устройств, состоящей обычно из связанной системы механизмов и узлов и служащей для добычи различных полезных ископаемых со дна акваторий. Так, при глубоководной добыче полезных ископаемых сбор конкреций, рудных отложений, а также их отделение от вмещающих пород (всасывание металлоносных илов или рассолов) и подача в бункер подводной установки осуществляются агрегатом сбора, черпаками или драгой-волокушей [3].

Агрегат сбора включает в себя [3]: собирающий механизм (гидравлический, шнековый, роторный, вибрационный, качающийся, сгребающий, черпаковый или комбинированный), различные приводы, а также устройства для наблюдения, управления и контроля, осветительную аппаратуру и систему аварийного всплытия, коммутационные сети, кабельные линии, шасси (гусеничное, колёсное, цепное, шагающее, комбинированное и др.).

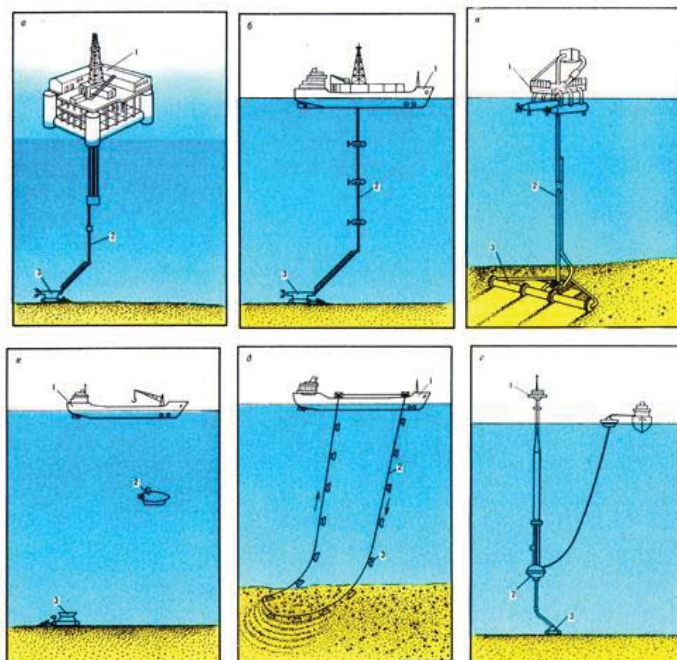


Рис. 7. Варианты установок для подъемов пульпы с морского дна



Рис. 8. Илосос



Рис. 9. Погружной насос Dragflow с агитатором для перекачки бентонита, вязких, абразивных и водогрунтовых сред

Кроме этого для разработки минерального сырья со дна акваторий часто применяется еще более сложное оборудование – *драги*.

Драга (от англ. drag) – плавучий горно-обогатительный комплекс, предназначенный для разработки обводнённых месторождений (преимущественно разнообразных россыпных полезных ископаемых), с целью извлечения ценных компонентов с плотностью свыше 3 (золото, платина, олово, алмазы и др.). [4].

Все механизмы и оборудование драги размещаются на самоходном или буксируемом судне, либо на специальном понтоне (рис. 10).

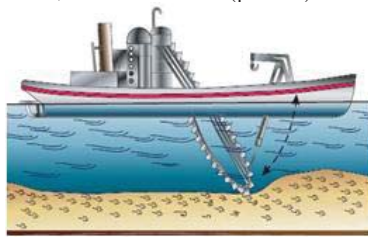


Рис. 10. Многочерпаковая драга [4]

Драга имеет рабочий орган для добычи полезных ископаемых из-под воды и промывочные агрегаты, а также обогатительную установку для извлечения ценных минералов и отделения пустых пород, транспортное оборудование [4].

Драги применяют для разработки преимущественно аллювиальных и элювиально-делювиальных, а также прибрежно-морских россыпей (за исключением валунистых, крепко сцементированных горных пород и вязких глин) [5].

В настоящее время драги подразделяются на 2 класса [5]:

- континентальные (для разработки материковых россыпей), которые, как правило, монтируются на плоскодонном понтоне (судне), обеспечивающем их нормальную плавучесть и эксплуатацию в замкнутом водоёме в соответствии с требованиями Речного регистра РФ;

- морские, предназначенные для разработки россыпных и осадочных месторождений, залегающих в прибрежной зоне и в глубоководной части акватории крупных озёр, морей и океанов. Эти драги обычно монтируются на килевых, реже плоскодонных, самоходных либо буксирных судах, обеспечивающих их нормальную плавучесть и эксплуатацию в открытом море при штормовом волнении в соответствии с требованиями Морского регистра РФ.

Драги, как правило, оснащаются стационарным промывочно-обогатительным оборудованием, установленным на судне, либо работают по отдельной схеме «добыча—обогащение» в цикле с обособленными береговой или плавающей обогатительной фабрикой [5].

Морские и континентальные драги различают [5]:

- по роду энергии — электрические, дизель-электрические или дизельные;
- по способу передвижения (маневрирования) — канатно-свайные и канатно-якорные;
- по возможной глубине разработки (выемки) пород ниже ватерлинии — малой глубины выемки (до 6 м), средней (до 18 м), глубокой (до 50 м) или сверхглубокой (свыше 50 м);
- по принципу действия добычного аппарата: черпающие — одночерпаковые (с ковшем типа механической лопаты, с грейферным ковшем или с ковшем драглайна) и многочерпаковые (с прерывистой черпаковой цепью и со сплошной черпаковой цепью);

- по ёмкости черпаков — малолитражные (до 100 л), среднего литража (до 250 л) и крупнолитражные (более 250 л);
- гидро- и пневмовсасывающие — землесосные с механическими или гидравлическими разрыхлителями и без них, эжекторные, эрлифтные и землесосные (с погружными насосами).

При разработке континентальных россыпей широкое распространение получили электрические, многочерпаковые драги со сплошной и прерывистой цепью черпаков ёмкостью от 50 до 600 л и законченным циклом обогащения, а на морских — одночерпаковые гидро- и пневмовсасывающие [5].

Область применения тех или иных типов драг определяется глубиной разработки продуктивных толщ (рис. 11).

Для подъема полезного ископаемого используют черпаковые, многочерпаковые, роторные и шарнирно-цепные, с грейфером и ковшом-драглайном и другие рабочие органы, а также применяют землесосные, эрлифтные, эжекторные и другие устройства подъема полезных ископаемых [4].

Черпаковыми драгами добывают полезные ископаемые с глубины до 50 м, наибольшая глубина доступна драгам с эжекторным и землесосным многоступенчатым подъёмом погружными насосами (до 4600 м).

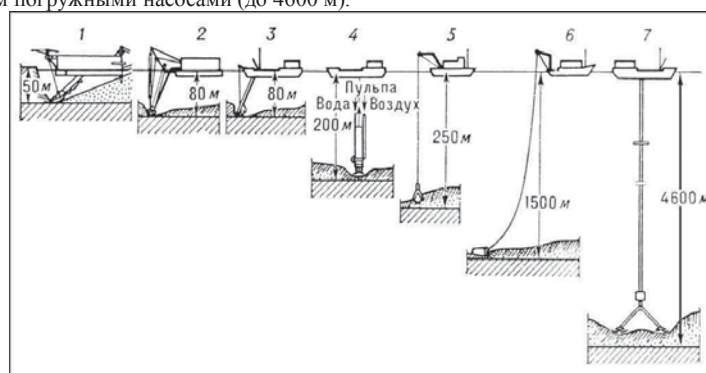


Рис. 11. Конструктивные типы драг, применяемых для разработки континентальных и морских россыпей различной глубины залегания [5]:

- 1 — многочерпаковая (с прерывистой или сплошной цепью черпаков); 2 — землесосная с механическим разрыхлителем; 3 — землесосная с гидравлическим разрыхлителем; 4 — эрлифтная; 5 — грейферная; 6 — драглайновая; 7 — эжекторная и землесосная с погружными насосами и перекачными станциями

Морские драги конструктивно отличаются от континентальных особенностями маневрового и транспортно-отвального оборудования (для них характерно отсутствие свай и отвального конвейера). Кроме этого, при работе в открытом море передвижение и маневрирование драг по забою осуществляется посредством канатно-якорного устройства [5].

Многочерпаковая драга (рис. 12) состоит из плавающего судна, выполненного обычно в виде плоскодонного цельнометаллического понтона сварной конструкции, на котором размещены жёстко связанные с ним массивные фермы остова (так называемая суперструктура) и надпалубная надстройка, а также передняя и задняя мачты, черпающее и маневровое устройства, обогатительное и др. оборудование [5].

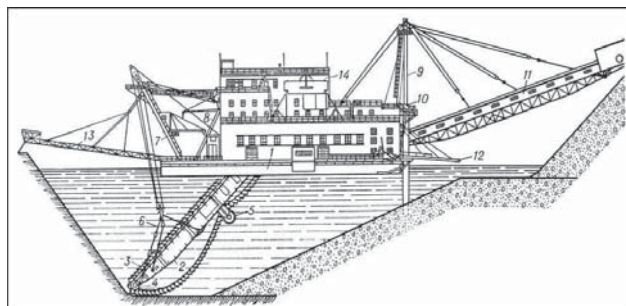


Рис. 12. Общий вид 380-литровой драги ОМ-431 [5]: 1 — понтон; 2 — черпаковая рама; 3 — черпаковая цепь; 4 — нижний черпаковый барабан; 5 — поддерживающий барабан; 6 — подвес черпаковой рамы; 7 — передняя мачта; 8 — главная ферма (суперструктура); 9 — задняя мачта; 10 — сваи; 11 — отвалообразователь (стакер); 12 — хвостовые колоды; 13 — береговой мостик; 14 — надстройка

Наибольшее применение получили драги с черпаковым органом, называемые иногда землечерпательным снарядом, с электрическим или дизель-электрическим приводом механизмов [4].

Российские драгостроительные предприятия серийно выпускают электрические драги нескольких типоразмеров (табл. 2).

Таблица 2

Технические характеристики многочерпаковых драг отечественного производства (1970)

Показатели	Иркутский завод тяжёлого машиностроения				Пермский машиностроительный завод	
	80Д	150Д	250Д	600Д	ОМ-431	ОМ-417
Ёмкость черпака, л	80	150	250	600	380	400
Подводная глубина черпания, м	6	9	12	50	30	17
Средняя производительность, м <sup>3</sup> /ч	100	180	320	500	400	450
Установленная мощность электродвигателей, кВт	392	800	1082	7300	2110	2494
Габариты, м:						
Длина	50,2	74,6	92,0	236,0	156,2	122,8
Ширина	16,7	24,5	26,0	50,0	35,9	38,6
Высота	17,0	21,6	25,7	53,7	39,0	35,0
Конструктивная масса, т	386	912	1373	10331	3252	2594
Водоизмещение в рабочем состоянии, т	410	990	1460	10854	3480	2865

Типовая схема обогатительного оборудования, применяемая на драгах российского производства, показана на рис. 13.

**Морской добычный комплекс** представляет собой совокупность взаимосвязанных по основным параметрам специализированных машин и механизмов, обеспечивающих единый технологический процесс выемки полезного ископаемого [8].

В состав морского (подводного) добычного комплекса обычно входят самодвижущийся собирательный агрегат, а также системы для его подсоединения к технологическому судну и само самоходное технологическое судно [12].

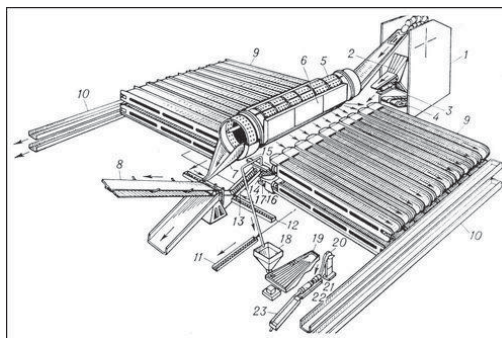


Рис. 13. Типовая схема обогащения золотосодержащих песков, применяемая на современных драгах отечественного производства [5]:

1 — завалочный люк; 2 — колосниковый грохот; 3 — барабанный грохот подчерпакового уловителя; 4 — шлюз уловителя; 5 — промывочная бочка; 6 — распределитель; 7 — галечный лоток; 8 — галечный конвейер стакера; 9 — шлюз с подвижным цельноформованным резиновым покрытием и автоматизированным сполоском; 10 — хвостовая колода; 11 — самородкоулавливающие шлюзы; 12 — шлюз для улавливания крупного золота; 13 — спиральный классификатор; 14 — вибрационный грохот; 15 — контрольный шлюз; 16 — зумпф пескового насоса; 17 — песковый насос; 18 — бункер концентрационного стола; 19 — концентрационный стол; 20 — ленточный элеватор; 21 — шаровая мельница; 22 — амальгаматор непрерывного действия; 23 — шлюз амальгамационный

Следующим таксоном разработанной группировки является **вид** способа (технологии) разработки (освоения) подводного месторождения (залежи) полезных ископаемых.

Первые попытки освоения шельфа сделаны в 11 в. до н.э., когда финикийцы из отложений морских ракушек добывали сырьё для производства пурпурной краски [11]. Позднее (6 в. до н.э.) на островах Полинезии велась разработка коралловых рифов для получения строительных материалов.

Позже Альфред Эспинас в своей книге "Возникновение технологии" (1890 г.) первым формулирует понятие технологии. В современное время под технологией разработки морских (океанических) месторождений полезных ископаемых понимается совокупность различных способов, применяемых для их извлечения с морского (океанического) дна.

При таком подходе первоначально необходимо выделить различные способы, позволяющие разрабатывать подводное месторождение традиционными (континентальными) технологиями.

Так, добыча из коренных морских месторождений по методам выемки полезного ископаемого (руд) мало чем отличается от их разработки на суше [11].

На большинстве подводных рудников стволы закладываются на суше, вследствие этого откаточные выработки имеют протяжённость в несколько км [11]. С этой целью первоначально проходят вертикальный ствол нужной глубины, а затем в сторону моря прокладывают горизонтальные или наклонные ходы (штреки), по которым и добываются непосредственно до разрабатываемого месторождения [17].

При этом глубина заложения горных выработок под морским дном (гарантирующая их от возможного затопления) зависит от свойств массива вышележащих горных пород и обычно равна 65—80 м [11]. Разработка морских месторождений ведётся с обязательной закладкой выработанного пространства

твердеющими смесями, а проветривание морских рудников осуществляется через один ствол по трубам.

В 1974 г. по таким технологиям эксплуатировалось 57 угольных шахт в Японии, Великобритании, Турции, на о. Тайвань, 2-е железорудные шахты в Финляндии и Канаде, 2-а оловянных рудника в Великобритании и СССР.

Один из крупнейших рудников мира, разрабатывающий морское железорудное месторождение, расположен на острове в проливе Белл-Айл [17]. Отдельные его участки уходят далеко от берега, причем над забоями располагается 300-метровая толща породы и 100-метровый слой воды. Годовая продукция этого рудника составляет 3 млн. т руды.

Однако, такая технология эффективна, если морское месторождение находится не очень далеко от берега. Так, считается, что добыча минерального сырья с помощью подводных шахт и рудников в ближайшем будущем будет развиваться в пределах шельфа на глубинах до 100 м, при удалении от берегов - до 40-50 км.

Если морское месторождение обнаруживают на большем удалении от берега, то в этом случае насыпают искусственный остров (рис. 14) и через его толщу проникают к полезным ископаемым [17].



Рис.14. Формирование морского искусственного острова [21]

Такой искусственный остров (для последующей разработки морского месторождения) был сформирован в Японии на расстоянии 2-х километров от берега. В дальнейшем через него проложили вертикальный ствол шахты «Мики».

При еще более значительном удалении размещения морского месторождения от берега и на достаточной глубине моря применяют безштольную технологию разработки [17]. В этом случае через вертикально установленную до морского дна железобетонную трубу (рудничный ствол) большого диаметра удаляют грунт над месторождением [17].

По мере выработки грунта (так называемой вскрыши) рудничный ствол под влиянием собственной тяжести слегка опускается. На основе извлеченного грунта создают вокруг рудничного ствола насыпь, препятствующую проникновению внутрь его морской воды [17]. По окончании строительства по рудничному стволу будут подниматься руда, уголь или другое разрабатываемое полезное ископаемое.

В случае залегания морского месторождения на значительных глубинах целесообразна разработка драгами (рис. 15), с обеспечением подъема полезного ископаемого виде пульпы по специальным приспособлениям или трубопроводам.



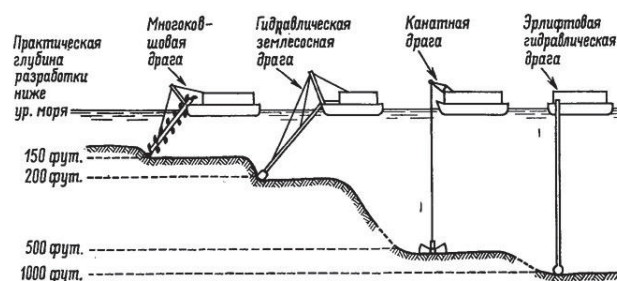


Рис. 15. Применение различных методов добычи при разработке морских россыпных месторождений в зависимости от глубины их залегания [20]

Так, в настоящее время предложено 2 основных метода добычи марганцевых конкреций с морского дна. Это метод гидравлического землесоса с применением всасывающей и подъемной силы потока воды в трубе (наиболее распространенный вариант - эрлифтный метод) и метод ковшовой драги, механически сгребавшей конкреции прикрепленной к канату ковшом.

#### Литература

1. Бондаренко А.А. Современное оборудование и технологии для подводной добычи полезных ископаемых // <http://library.stroit.ru/articles/podvod>.
2. Геологический толковый словарь // <http://nashislova.ru/geo>.
3. Глубоководная добыча // <http://www.mining-enc.ru/g/glubokovodnaya-dobycha>.
4. Драга // [http://enc-dic.com/enc\\_tech/Draga-3184.html](http://enc-dic.com/enc_tech/Draga-3184.html).
5. Драга // <http://vseslova.com.ua/word/%D0%94%D1%80%D0%B0%D0%B3%D0%B0-33725>.
6. Залежи поверхностного слоя осадков континентального шельфа // <http://geoman.ru/books/item/f00/s00/z0000054/st013.shtml>.
7. Зарождение философии техники // <http://www.eugeneluck.narod.ru/te1.html>.
8. Комплексы добычные // <http://enc-dic.com/word/k/Kompleks-dobchne-79991.html>.
9. Нурок Г.А., Бруякин Ю.В. Технология добычи полезных ископаемых со дна озер, морей и океанов. М., Недра, 1979, 381 с.
10. Определение термина "техническое устройство" // [http://www.cntd-reglament.ru/faq/faq.php?id\\_faq=555](http://www.cntd-reglament.ru/faq/faq.php?id_faq=555).
11. Подводная добыча // <http://alcala.ru/bse/izbrannoe/slovar-P/P13766.shtml>.
12. Подводный добычный комплекс с системами подключения технологического судна // [http://www.bellona.ru/filearchive/fil\\_RU-SH1-30-F064-000014\\_rev00.pdf](http://www.bellona.ru/filearchive/fil_RU-SH1-30-F064-000014_rev00.pdf).
13. Ресурсы сапропеля Беларуси и их использование // <http://do.gendocs.ru/docs/index-68015.html>.
14. Свойства илистых грунтов // [http://buroviki.ru/svoystva\\_ilystyh\\_gruntov.html](http://buroviki.ru/svoystva_ilystyh_gruntov.html).
15. Создание искусственного острова // [http://otvali.ru/photos/sozдание\\_iskusstvennogo\\_ostrova\\_foto:53281.htm.l](http://otvali.ru/photos/sozдание_iskusstvennogo_ostrova_foto:53281.htm.l).
16. Толковый словарь // <http://slovaizbukv.ru/%D1%83%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%BA%D0%B0-%D0%B2-%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B5.html>.
17. Штин С.М. Технические средства, предназначенные для подводной добычи полезных ископаемых // <http://www.hydromec.ru/ntc/dno-uglublenie/technicheskie-sredstva-prednaznachennie-dlya-podvodnoy-dobichi-poleznich-iskopaemich>.

18. Хакимова Е.Л. Исследование характеристик движения донного агрегата комплекса для разработки конкреций Балтийского моря // Диссертация на соискание ученой степени к.т.н. Санкт Петербург. 2001. 115 с.
19. <http://chukcha.net/photorep/19433-plyazh-iz-rakushek-7-foto.html>.
20. <http://iznedr.ru/books/item/f00/s00/z0000013/st014.shtml>.
21. <http://trinixy.ru/59579-sozdanie-iskusstvenno-ostrova-v-dubae-4-foto.html>.
22. <http://www.geolife.odessa.ua/produksiya/metodicheskie-rekomendatsii-po-ispolzovaniyu?showall=&start=8>.
23. <http://www.newreferat.com/ref-10447-7.html>.
24. <http://www.rosteplo.ru/forum/6/3189>.
25. <http://iznedr.ru/books/item/f00/s00/z0000013/st023.shtml>.

## **ПОДВОДНЫЕ ДОБЫЧНЫЕ КОМПЛЕКСЫ - ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ДОБЫЧИ УГЛЕВОДОРОДОВ НА ШЕЛЬФЕ**

*Миронюк С. Г.*

ООО «Газпром инжиниринг», Москва, Россия

Подводные технологии добычи углеводородов в мире начали применять с середины 70-х годов прошлого века. Впервые подводное устьевое оборудование было размещено на дне Мексиканского залива. В настоящее время насчитывается более 130 морских месторождений, где применяются технологии подводной добычи. Всего в мире находятся в эксплуатации более 4600 систем подводной добычи.

После длительного периода безаварийной эксплуатации, показав надежность технических решений подводной добычи, безопасность для обслуживающего персонала и её экологичность (при эксплуатации ПДК нет выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, а также шумового и светового загрязнения окружающей среды), подводные добычные технологии получили широкое применение практически во всех регионах морской добычи углеводородов, от шельфа арктических морей, до южных тропических широт. ПДК в настоящее время размещены на глубинах от 20 до 3000 м и на различных расстояниях (до 270 км в Мексиканском заливе) от берега.

Перспективной технология освоения месторождений углеводородов подводным способом является и для России, и прежде всего в Баренцевом, Карском и Охотском морях. В целях нормативного обеспечения применения подводного добычного оборудования при обустройстве месторождений разработан отраслевой стандарт СТО Газпром 2-3.7-576–2011. Проектирование, строительство и эксплуатация подводных добычных систем, введенный в действие в 2011 году. Аналогичный документ был подготовлен Российский морским регистром судоходства.

Первый опыт реализации полностью подводной технологии добычи на российском шельфе – ПДК Кириного газовоконденсатного месторождения (КГКМ) (северо-восточный шельф Охотского моря). Месторождение было открыто в 1992 году в 28 километрах от побережья Сахалина, где глубина моря составляет 91 м.

ПДК КГКМ это многофункциональная система линейных и площадных объектов, которая включает в себя манифольд, буровые темплеты, промысловые трубопроводы, газосборный коллектор, от площадки манифольда до береговой площадки управления ПДК. Продукция от каждой скважины направляется из пласта через основное технологическое оборудование: насосно-компрессорные трубы (НКТ) скважины, оборудование устья скважины, фонтанную арматуру (X-mas Tree), штуцерный модуль, промысловые трубопроводы, и собирается в подводный манифольд. Из манифольда продукция направляется по трассе газосборного коллектора на береговой комплекс.

В системе управления ПДК используется электрогидравлическая система управления с замкнутым контуром, исключающая сброс в море рабочей жидкости. Указанная система оборудована средствами контроля утечек. Каждая скважина оснащена внутрискважинным клапаном-отсекателем и фонтанной арматурой с задвижками-отсекателями с дистанционным управлением. В связи с имеющейся опасностью внешних воздействий, предусмотрено устройство защитных конструкций для всего оборудования, устанавливаемого на дне моря.

С целью сведения к минимуму рисков проекта, включая технические и экологические, на начальных этапах проектирования ПДК КГКМ был проведен их качественный и количественный анализ, включающий:

- идентификацию опасностей и событий, влияющих на реализацию проекта;
- качественные и количественные оценки (ранжирование рисков);
- выявление факторов, влияющих на риск, и слабых звеньев в системе;
- сопоставление риска исследуемой системы с рисками альтернативных систем или технологий;
- возможность выбора мер и приемов по обеспечению снижения того или иного риска.

Выявлено, что наибольшее существенное влияние на реализацию проекта оказывают природные, строительно-монтажные, технические и производственно-технологические риски.

Наиболее значимыми являются природные факторы риска: высокая сейсмичность региона, а также сложные климатические и гидрологические условия района работ.

Для получения данных, необходимых для принятия окончательных технических решений относительно проектирования, монтажа и эксплуатации ПДК на стадиях «Проектная документация» и «Рабочая документация» на площади Киринского месторождения были выполнены: инженерно-геодезические, инженерно-геологические и инженерно-гидрометеорологические изыскания. Указанный комплекс исследований на отдельных участках дополнялся видеосъемкой, осуществляемой с помощью телеуправляемого обитаемого подводного аппарата (ТНПА).

Изыскания показали, что в условиях Охотского моря чрезвычайно опасными (катастрофическими) процессами для морских сооружений являются землетрясения, разжижение грунтов и неравномерные осадки, а также, особенно для площадных объектов подводного добычного комплекса, газопроявления в форме внезапного, неконтролируемого поступления пластового флюида по стволу скважины на донную поверхность, как правило, сопровождающееся образованием техногенного котлована. К опасным можно отнести литодинамические процессы переформирования морского дна, ледовую экзарацию в береговой зоне и ветровое волнение.

Сейсмическое микрорайонирование района работ, включая вероятностный анализ сейсмической опасности (ВАСО) показало, что расчетная сейсмическая интенсивность на отдельных участках месторождения с неблагоприятными грунтовыми условиями может достигать 8,7 балла. К числу наиболее опасных вторичных эффектов землетрясений относится разжижение грунтов. Исследование этого явления (по данным статического зондирования, путем динамического трехосного сжатия модельных образцов) позволило заключить, что отдельные разновидности песков в верхней части грунтовой толщи подвержены разжижению. В этой связи разработаны проектные решения по повышению сейсмической устойчивости создаваемых подводных объектов, в том числе замена потенциально разжижаемых песчаных грунтов в основании манифольда, крупнообломочным материалом.

Охотское море отличаются высокой штормовой активностью, обусловленной прохождением здесь циклонов. Значительные размеры Охотского моря, частые и сильные ветры над ним обуславливают развитие крупных волн высотой до 8 м и более. Ледовый режим у северо-восточного побережья о. Сахалин является одним из самых

тяжелых в южной части Охотского моря. Первое появление льда отмечается в среднем в конце ноября - начале декабря, а окончательное очищение происходит в июне. Кили ледяных

образований могут достигать 30 м. Скорости дрейфа льда могут превышать 1 м/с.

Средняя

глубина внедрения стамух в грунт на северном шельфе о. Сахалин по данным натурных

исследований составляет 0,5 м, максимальная зафиксированная глубина внедрения стамухи в дно составила 2, 13 м.

Для природных условий северо-восточного шельфа острова Сахалин, где ледостав продолжается 6-7 месяцев в году применение ПДК - эффективное решение, позволяющее вести добычу газогидрата круглый год без присутствия людей.

Анализ опасности подводной технологии освоения месторождений с рассмотрением всех вероятных сценариев аварий показал, что подводные системы являются более безопасными по сравнению с технологиями добычи углеводородов с применением надводных сооружений (технологических судов, гравитационных и плавучих платформ).

Подводная технология позволяет добывать углеводороды в сложных природно-климатических условиях и обеспечивает минимальное воздействие на окружающую среду.

## **ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАНОТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ОСВОЕНИИ ГАЗОГИДРАТНЫХ РЕСУРСОВ**

*Воробьев А.Е., Салим Трабелсси*

Российский университет дружбы народов, г. Москва, Россия

Нефтегазовые перспективы России в XXI веке связаны с освоением шельфа ее арктических морей (зонами арктического шельфа считаются окраинные моря России: Баренцево, Восточно-Сибирское, Чукотское, Карское, а также море Лаптевых), где (по оценкам различных специалистов) залегают свыше 100 млрд. т углеводородов в нефтяном эквиваленте.

В частности, по мнению С. Богданчикова (ОАО «НК «Роснефть») на Арктическом шельфе России сосредоточено до 80 % ее всех потенциальных углеводородных ресурсов. При этом наиболее изученной является территория Западной Арктики — шельфы Баренцева, Печорского и Карского морей [9]. Так, по данным МПР, начальные извлекаемые ресурсы углеводородов в этом регионе составляют величину 62 млрд. т.у.т. К этому необходимо отметить, что большинство из 13 открытых в западной части Арктики углеводородных месторождений относятся к крупным, а несколько — даже к уникальным объектам.

Остальной российский Север в геологическом отношении еще практически мало изучен. Тем не менее было установлено, что начальные извлекаемые углеводородные ресурсы моря Лаптевых составляют 3,7 млрд. т.у.т., Восточно-Сибирского моря — 5,6 млрд. т.у.т. и Чукотского моря — 3,3 млрд. т.у.т.

Но есть и не традиционные (к тому же – не конвенционные, т.е. не подлежащие обязательному согласованию с другими странами при их разработке) углеводороды - газовые гидраты. По различным экспертным оценкам в газогидратных залежах содержится примерно 20000-21000 трлн. м<sup>3</sup> метана, т.е. потенциальные запасы метана в газогидратах в донных отложениях Мирового океана оцениваются величиной  $12,1 \cdot 10^{16}$  м<sup>3</sup> в метановом эквиваленте [17]. А с учетом того обстоятельства, что 1 м<sup>3</sup> природного метаногидрата содержит около 164 м<sup>3</sup> метана в газовой фазе и 0,87 м<sup>3</sup> воды, то запасы

горючего газа (метана) в залежах газогидратов составляют величину  $10^{19}$  г, в то время как запасы нефти -  $2 \cdot 10^{17}$  г, газа -  $2 \cdot 10^{17}$  г и битумов -  $10^{18}$  г. [7]. По экспертным оценкам в российских аквальных залежах арктического шельфа содержится примерно 7000 млрд.  $\text{м}^3$  метана. При чем в Охотском море сосредоточены самые большие российские разведанные запасы газогидратов — более 50 месторождений.

Газовые гидраты являются единственным пока все еще не разрабатываемым, но весьма перспективным источником природного газа на Земле, который может составить реальную конкуренцию традиционным углеводородам: в силу наличия огромных ресурсов, широкого распространения на планете, неглубокого залегания и весьма концентрированного состояния ( $1 \text{ м}^3$  природного метаногидрата содержит около  $164 \text{ м}^3$  метана в газовой фазе и  $0,87 \text{ м}^3$  воды).

В настоящее время исследовательские работы по аквальной газогидратной тематике ведут Россия, Норвегия, США, Канада, Германия, Нидерланды, Япония, Китай, Индия и даже Южная Корея.

Так, Южная Корея уже планирует начать бурение для опытно-промышленной добычи метана из залежей газовых гидратов шельфа в Японском море [7]. Свое первое месторождение газовых гидратов в Японском море (со 130-метровой мощностью газоносного пласта) корейцы обнаружили в 135 км к северо-востоку от южнокорейского портового города Пхохан.

В Южной Корее реализацией проектов по разработке газогидратных залежей занимается государственная компания Korea National Oil Corp. [8].

В Индии – это государственная компания National Gas Hydrate Program. Генеральный директорат по углеводородам (DGH) является пионером разведки и разработки газогидратных залежей. При чем глава Директората является координатором Технического комитета национальной программы по газогидратам.

В США разведку и разработку залежей газогидратов осуществляет Министерство энергетики США и компании ConocoPhillips и Chevron.

Японская государственная корпорация нефти, газа и металлов (JOGMEC) первая в мире сумела добыть газ из гидрата метана на дне Тихого океана с глубины 1,3 километра. Работы также проводит Japan Petroleum Exploration Co., Ltd.

Большинство природных газов ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{C}_2\text{H}_6$ ,  $\text{C}_3\text{H}_8$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ , изобутан и т.п.) образуют гидраты или клатраты – кристаллические структуры, в которых газ находится в окружении молекул воды (рис. 1), удерживаемых вместе низкой температурой и высоким давлением окружающей водной среды.

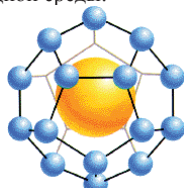


Рис. 1. Упаковка метана в газогидратах

Их образование и объемы определяются постоянной дегазацией мантии Земли. Если газы попадают в почву, то там они частично ассимилируются и разлагаются многочисленными микроорганизмами, а большей частью – депонируются земной атмосферой.

Если газы попадают в акватории (проходят через их дно), то при наличии определенных условий (прежде всего – низкой температуры и большого давления) из них синтезируются аквальные газогидраты с формированием их массивных залежей (Фото 1).

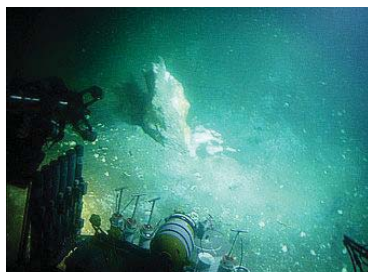


Фото 1. Выход аквальной залежи газогидратов на дне акватории

Основными поставщиками донного метана в необходимых концентрациях являются газопроводящие разломы морского (океанического) дна, сипы и грязевые вулканы. Так, в Баренцевом море наиболее изученным крупным подводным грязевым вулканом является Håkon Mosby Mud Volcano, расположенный на глубине 1250 м (рис. 2).

Этот подводный вулкан представляет собой округлое образование диаметром около 1 км, возвышающееся над морским дном примерно на 10 метров. Действующий в настоящее время вулкан Мосби извергает из себя значительные объемы грязи и газов (среди которых более 99 % составляет метан). Эти вещества поступают в вулкан из верхних слоев литосферы по каналу с глубины 2-3 км. По различным экспертным расчетам данный вулкан выбрасывает от 200 до 650 т/год метана.

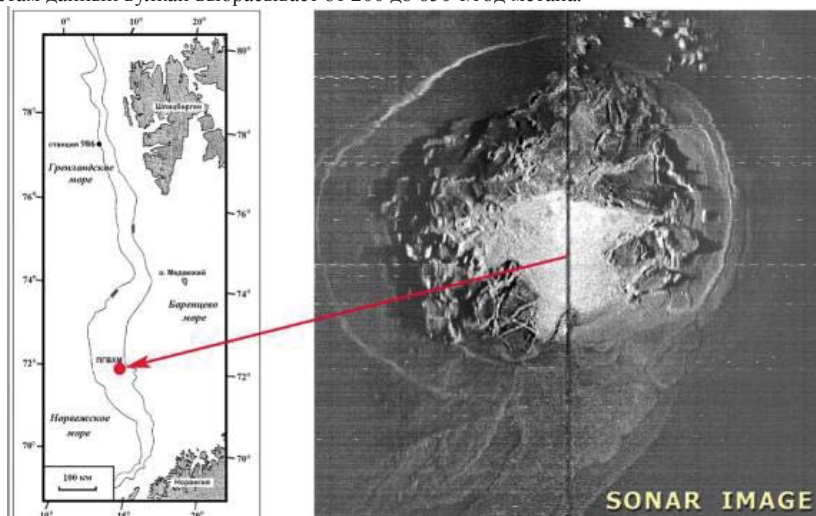


Рис. 2. Вид подводного грязевого вулкана Хаакон Мосби (по материалам исследований ВНИИОкеангеология)

Формирование аквальных гидратов метана, т.е. его соединений с водой, происходит под воздействием довольно высокого давления гидростатического столба морской толщи и низкой придонной температуры – условиях, зачастую характерных для дна морских и океанских шельфов.

Залежи аквальных гидратов метана образуются в пределах верхних 1,5 км

отложений морского дна (при этом эшелон глубины 200–800 метров ниже уровня морского дна рассматривается как наиболее перспективный для их промышленной разработки).

Мощность залежи аквальных газогидратов зависит от глубины акватории и температуры ее придонных вод и колеблется от 100 м до 300-350 м (в северных морях на глубинах шельфа около 1000 м).

Арктический шельф Северного Ледовитого океана занимает особое место в ряду других акваторий Земли из-за наличия довольно обширной субмаринной криолитозоны, с которой и связано образование многочисленных залежей газогидратов (рис. 3). На представленном фрагменте карты явно показано, что зоны возможной газогидратоносности российского шельфа весьма обширны и, по-видимому, могут рассматриваться в качестве весьма важных источников углеводородов в будущем.

Термобарические условия существования аквальных газогидратов характерны для большей части дна Мирового океана с глубинами воды более 300-400 м. На арктическом шельфе зона стабильности газовых гидратов связана с наличием субмаринной криолитозоны и поэтому может существовать при несколько меньшей глубине воды (если подошва криолитозоны расположена на глубине более 260 м от уровня моря).

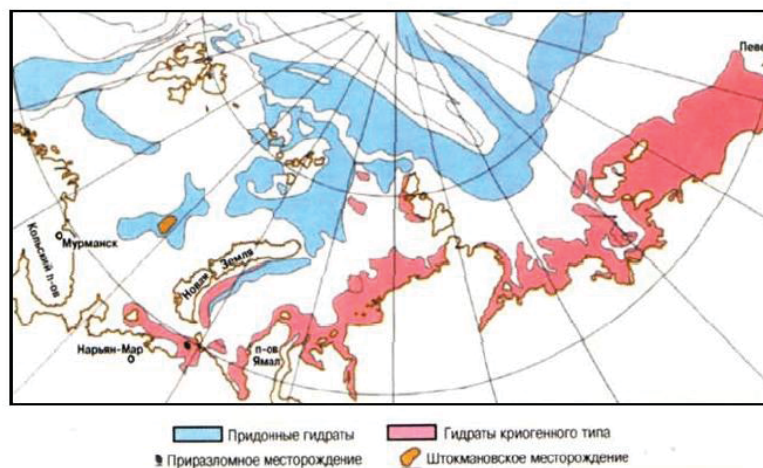


Рис. 3. Газогидратоносные области Северного Ледовитого океана (Соловьев, Гинсбург, 2004)

В частности, низкотемпературные потенциально гидратоносные осадки занимают центральную, северо- и юго-восточную части Баренцового моря, примыкающие к Новой Земле (рис. 4).

В ходе проведенных Россией многочисленных экспедиционных исследований были получены необходимые количественные данные и показатели, характеризующие зону стабильности залежей газогидратов на дне Северного Ледовитого океана (табл. 1): морфоструктуры, различные типы, площади, мощности и объемы.

Результаты подобных исследований в совокупности с их научной интерполяцией и экспертными оценками позволили достоверно рассчитать объемы потенциальных ресурсов метана в имеющихся газогидратных залежах основных геоморфологических структурах дна Северного Ледовитого океана (рис. 5).



Рис. 4. Карта части арктического шельфа России и донных осадков с отрицательными температурами в Баренцевом море [11]

Показатели зоны стабильности газовых гидратов дна Северного Ледовитого океана [12]

Таблица 1

Основные морфоструктуры	Типы зоны стабильности и гидратов	Площадь, тыс. км <sup>2</sup> (% от общей площади)	Пределы изменения мощности (средняя мощность в м)	Объем, м <sup>3</sup>
Ложе океана	Придонный	3431	200-1000 (700)	$2,4 \cdot 10^5$
Континентальный склон	Придонный	950	200-800 (560)	$5,3 \cdot 10^4$
	Придонный	977	0-600 (200)	$1,95 \cdot 10^4$
Арктический шельф России	Непридонный, контролируемый реликтовой мерзлой зоной мощностью более 100 м	250 (125)	0-400 (200)	$2,5 \cdot 10^3$
	То же, мощностью до 100 м	606 (121)	0-400 (200)	$2,4 \cdot 10^3$
	Непридонный, вне акваторий с реликтовой мерзлой зоной	24	0-200 (100)	$2,4 \cdot 10^2$
<b>Всего:</b>				$3,18 \cdot 10^5$

Приведенные цифры не являются окончательными, т.к. сейчас осуществляется работа по уточнению шельфовых областей (вопрос о современном разделе арктического шельфа рассматривается «Комиссией ООН по границам континентального шельфа» на основании положений «Конвенции ООН по морскому праву») и Россия претендует на территорию Арктики с общей площадью 1,2 млн. км<sup>2</sup> (рис. 6), что может привести к дальнейшему росту потенциальных объемов метана.

Но в состоянии самой шельфовой аквальной газогидратной сырьевой базе существуют определенные природные угрозы и вызовы [3,4]: глобальное потепление климата.

В частности, уже сейчас «вечная» мерзлота в Западной Сибири оттаивает на 4 см/год, а в ближайшие 20 лет ее граница сдвинется на север примерно на 80



километров. Похожей представляется также и ситуация с таянием льдов в Арктике. Так, если в 1979 г. площадь арктических льдов имела величину равную 7,2 млн. км<sup>2</sup>, то уже в 2007 г. она составила 4,3 млн. км<sup>2</sup>. К тому же толщина ледяного покрова здесь за этот период уменьшилась примерно вдвое [3,4]. Заметно теплеет и вода морей и океанов (даже на глубине до 2 тыс. метров).

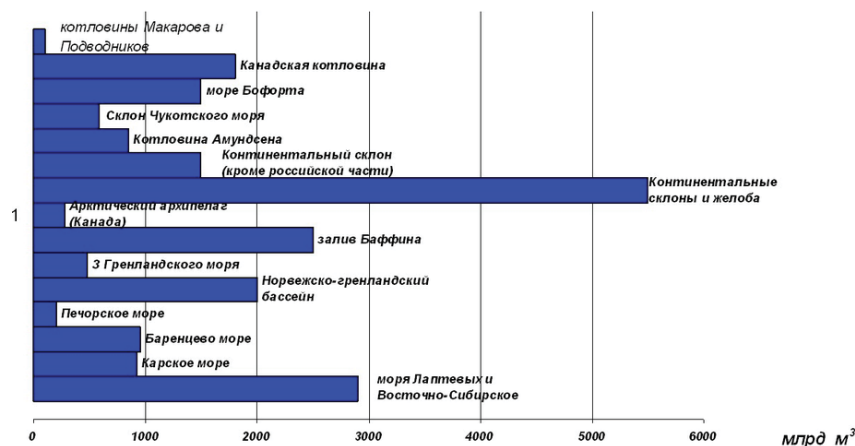


Рис. 5. Потенциальные ресурсы газа в гидратах Северного Ледовитого океана [9]



Рис. 6. Схема шельфовых притязаний арктических государств

А газовые гидраты устойчивы только при низкой температуре и повышенном давлении (рис. 7). В результате, во-первых, мы можем потерять столь ценный углеводородный природный ресурс, а во-вторых, при разложении (при повышении температуры окружающей среды даже на несколько градусов) аквальных газогидратов выделяемый метан попадет в атмосферу Земли, где его концентрация удвоится и существенно усилит парниковый эффект [3,4].



Рис. 7. Равновесная кривая гидратообразования

Следует также отметить, что быстротечное разрушение газогидратных залежей может привести к образованию волн-цунами, способных нанести серьезный ущерб прибрежным территориям [5].

Кроме этого, необходимо заметить, что гигантские воронки (Фото 2) в Ямало-Ненецком автономном округе в 2012 и 2013 годах образовались из-за выброса газогидратов, вызванного прогревом земной поверхности [6].



Фото 2. Газогидратные воронки в литосфере [6]

Освоение (разработка) выявленных к настоящему времени значительных объемов природных газогидратов (прежде всего – аквальных залежей), содержащих около  $15000 \cdot 10^{12} \text{ м}^3 \text{ CH}_4$ , сдерживается их довольно неустойчивым состоянием, обуславливающим возможное быстротечное (взрывное) разрушение их массивов (при этом в ходе подобного саморазрушения газогидратов объем возникающего газа увеличится в 160-180 раз), что существенно осложняет и даже препятствует применению известных промышленных технологий их разработки (рис. 8).

При этом себестоимость добычи газа из газогидратных залежей зависит от ряда факторов [18]: в первую очередь от геологических условий и применяемой технологии. Необходимо сразу отметить, что ограниченное число как реализованных проектов добычи метана из газогидратных залежей, так и экономических расчетов подобных проектов затрудняет выработку обоснованной оценки их средней себестоимости.

Так, проделанные в 2008 году оценки добычи метана из газогидратной залежи Маллик в канадской Арктике показали то, что совокупные капитальные и операционные издержки подобной разработки варьируются в пределах 195-230 долл./тыс.  $\text{м}^3$  для газогидратов, расположенных над свободным газом, и в пределах 250-365 долл./тыс.  $\text{м}^3$  - для газогидратов, расположенных над морским дном [18]. Особо была отмечена необходимость наличия соответствующей инфраструктуры для транспортировки добытого газа.

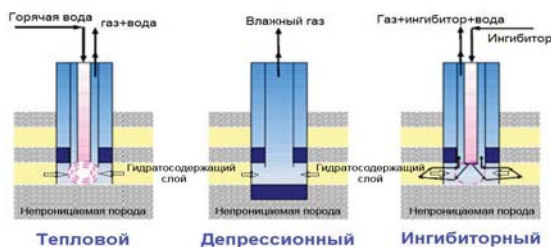


Рис. 8. Основные известные методы добычи газа из газовых гидратов

Японские разработчики оценивают себестоимость добычи метана из поддонных газогидратов на уровне 540 долл./тыс. м<sup>3</sup>, в то время как, по оценкам ИНЭИ-РАН и Аналитического центра, данная технология становится конкурентоспособной только при затратах на добычу метана менее 390 долл./тыс. м<sup>3</sup> [18]. По расчетам МЭА, оценочная себестоимость промышленной разработки месторождений газогидратов может составить 175-350 долл./тыс. м<sup>3</sup>, что все равно делает их наиболее дорогостоящим (рис. 9) из известных способов добычи природного газа.

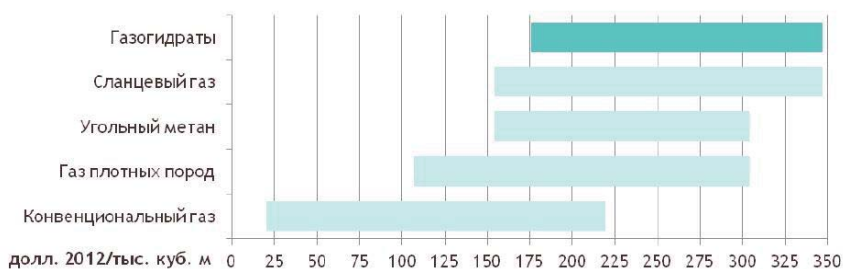


Рис. 9. Сравнительные издержки промышленной добычи природного газа [18]

Таблица 2

Разработка залежей гидратов в сравнении с добычей горючего газа на Аляске

Параметры	Горючий газ	Разработка аквальных гидратных залежей					
		Изменение давления			Термическая обработка		
Общий объем инвестиций (M\$)	4,56	4,65	5,12	5,1	7,12	18,6	5,12
Совокупные эксплуатационные расходы (M\$)	1,77	-	4,75	5,45	-	4,1	5,73
Общие затраты (M\$)	2,84	3,51	5,97	16,46	4,48	8,54	8,66
Полное производство (M\$ м <sup>3</sup> /год)	22,6	31,1	74,8	44,41	25,5	45,3	17
Себестоимость (\$/S м <sup>3</sup> )	0,114	-	0,08	0,371	-	0,188	0,509
Расходы на транспортировку (\$/S м <sup>3</sup> )	0,216	0,21	0,216	0,216	0,21	0,224	0,216
Себестоимость (\$/S м <sup>3</sup> )	0,331	0,351	0,297	0,587	0,432	0,412	0,726

В настоящее время можно осуществить первое приближение к ТЭО освоения аквальных газогидратных залежей (табл. 2)

В настоящее время существенное снижение себестоимости производимой продукции возможно прежде всего на основе использования достижений в области нанотехнологий, что объясняется наличием принципиально новых свойств и характеристик у вещества наноразмера (рис. 10).

Экспериментально было установлено, что основным структурным элементом газовых гидратов являются кристаллические ячейки - элементы, обладающие наноразмерностью, состоящие из молекул воды, внутри которых и размещены молекулы газа.

При этом структура гидратов подобна структуре льда, но отличается от последней тем, что молекулы газа расположены внутри кристаллических решеток, а не между ними.

Очевидно, что для разрушения подобной газогидратной ячейки более эффективным является использование различных наночастиц, соразмеримых с ячейкой.

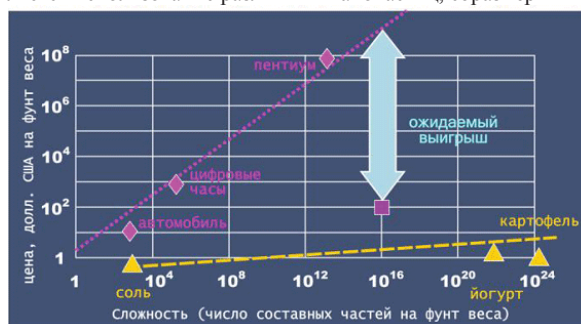


Рис. 10. Прогнозируемое удешевление продукции при переходе к нанотехнологиям (сверху вниз) и методам молекулярной и атомной самосборки (снизу вверх) [15]

Необходимо отметить, что длины связей в кристаллических решетках газогидратов и углы между ними практически одинаковы и равны  $2,76 \text{ \AA}$  и  $109,5^\circ$ .

В соответствии с этой идеологией (выработанной проф. А.Е. Воробьевым) первоначально предполагалось подавать и использовать для этого наночастицы практически любой формы, а главным фактором являлась их масштабная соразмерность с разрушаемыми ячейками клатратов – газовых гидратов [1].

В дальнейшем была установлена явно выраженная зависимость эффективности разрушения газогидратов от формы наночастиц [2]: в частности, от наличия у сферических наночастиц различных шипов (Фото 3), размещенных равномерно по всей их поверхности.

При перемещении сферической частицы (обладающей шипами) вдоль поверхности ячейки (клатрата) газогидратов происходит периодическое поднятие и опускание острия шипа, что приводит к разрушению кристаллической ячейки и высвобождению молекулы метана.

Для эффективного обеспечения процесса разрушения ячейки клатрата, с включенной в нее молекулой метана, важным также представляются оптимальные параметры (их длина, расстояние между ними и др.) и форма (прямолинейная, изогнутая, утолщенная и т.д.) шипов сферической наночастицы.

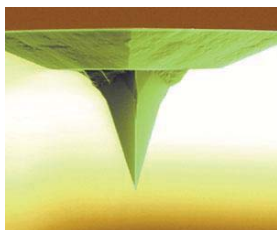


Фото 3. Вариант шипа наночастицы

Такие наноструктуры, которые выглядят как природные биологические объекты - морские ежи (рис. 11), довольно легко формируются электрохимическим методом. В настоящее время, основным материалом для их строительства является полистирол. Микросфера полистирола представляет собой основу, на которой оксид цинка образует трехмерную поверхность. В результате получают полые, сферической формы наноструктуры, с торчащими во все стороны шипами. В настоящее время себестоимость производства 10 кг подобных наночастиц составляет 50 \$ США.



Рис. 11. Наноеж

При разработке обеспечивают постепенное разрушение верхнего слоя скоплений газовых гидратов гидродинамической струей морской воды, предварительно насыщенной сферическими наночастицами. При перемещении сферической частицы вдоль поверхности кристаллической ячейки (клатрата) газогидратов происходит ее разрушение и высвобождению молекулы метана, таким образом, образуется раствор метана и его гомологов, извлечение которого на поверхность осуществляют вначале принудительно, затем за счет эффекта газлифта.

Однако, в процессе обработки аквальной газогидратной залежи такие частицы могут разлетаться в разные стороны и в последствие – теряться. Для их сбора им придают магнитные свойства (выполняют целиком из магнитных материалов, что существенно удорожает их себестоимость, или помещают в них магнитные материалы).

Подачу воды (насыщенной магнитными наночастицами) в трубы осуществляют при помощи оборудования, снабженного измерительными приборами, установленного на плавучей платформе или судне.

Подачу воды (насыщенной магнитными наночастицами) в трубы осуществляют также при помощи погружного оборудования.

Сбор образующейся водно-газовой смеси осуществляют посредством колокола (рис. 12).

Откачку образующейся водно-газовой смеси газовых гидратов осуществляют через систему труб, соединенных с баком-хранилищем, установленным на береговой поверхности (плавучей платформе или судне).

Разрушение верхнего слоя скоплений газовых гидратов осуществляют под действием наночастиц (обладающих магнитными свойствами). Для чего подают воду, насыщенную сферическими наночастицами (обладающих магнитными свойствами),

равномерно по поверхности залежи газогидратов, через гидранты-форсунки. В результате во внутреннем пространстве колокола образуются осколки газовых гидратов, газ и раствор метана в воде.

Через систему труб для откачки образующаяся водно-газовая смесь поступает вверх самостоятельно (эффект эрлифта) и направляется в специальный бак-хранилище, откуда по трубопроводу поступает к месту назначения. А магнитные наночастицы собираются посредством электромагнита (на схеме не показан) и снова используются.

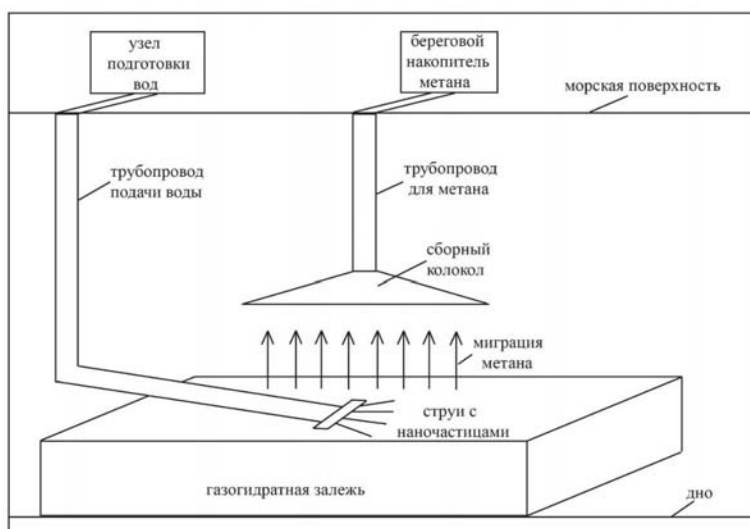


Рис. 12. Схема разработки аквальной газогидратной залежи

Методы капсулирования пустотелых наносфер (рис. 13) различными веществами (в том числе – магнитными металлами) уже детально обоснованы и разработаны [16].

Большое будущее в подобных технологиях освоения газогидратов имеют нанокompозиты, которые содержат смесь наночастиц неодима с наночастицами железа [10]. Результатом взаимодействия таких наноструктурированных фрагментов магнита становится усиление его магнитных свойств по сравнению с обычными магнитными сплавами.

Улучшение магнитных свойств в указанных нанокompозитах обусловлена свойством, называемым обменной связью (синергетическим взаимодействием) [10]. Упрощая сложный физический процесс, можно сказать, что связь между отдельными наночастицами в образуемом композите приводит к появлению магнитных свойств более сильных, чем сумма свойств отдельных его компонентов.

Кроме этого, в ходе проведенных нами исследований было установлено несколько довольно существенных аспектов, определяющих эффективность промышленного применения подобных нанотехнологий при разработке активных залежей газогидратов.

Во-первых, полученная в составе гидродинамической струи потенциальная энергия рабочего инструмента – наночастицы – обеспечивает ее перемещение по поверхности газогидратов только на весьма короткое расстояние, т.к. зачастую наблюдается ее рикошет (с потерей потенциальной энергией разрушения клатратных связей и изменением траектории перемещения) от поверхности газогидратной залежи.

И, следовательно, практически каждая из них осуществляет разрушение довольно небольшого количества ячеек – клатратов (причем – в несколько хаотической последовательности).

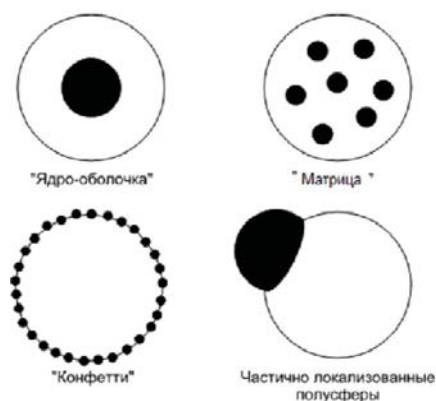


Рис. 13. Морфология полимерных микросфер, содержащих неорганические наночастицы

Поэтому, кроме шарообразных наночастиц, в качестве рабочего инструмента разрушающего наногидратные залежи более целесообразно применять различные молекулярные шестерни (рис. 14) и соединенные осью колеса. Модели подобных наноустройств были предложены К.Е. Drexler и R. Merkle из IMM (Institute for Molecular Manufacturing, Palo Alto).

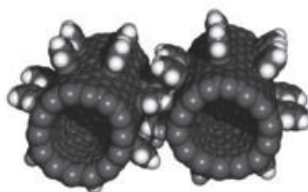


Рис. 14. Молекулярные шестерни

Валами шестеренок в подобной коробке передач являются углеродные нанотрубки, а зубцами служат молекулы бензола (рис. 15). При этом характерные частоты вращения шестеренок составляют несколько десятков гигагерц.



Рис. 15. Ось наноколес

Механизм образования подобных наноколес уже детально обоснован (рис. 16). Так, группой исследователей под руководством А. Мюллера (Achim Müller) из

Университета Билефельд (Германия) было обнаружено, что смешение молибдата натрия, воды и восстановителя при низком значении pH приводит к самопроизвольному образованию бубликоподобных наноколес, состоящих из оксида молибдена. Диаметр формирующихся молибденсодержащих колес составляет около 4 нм.

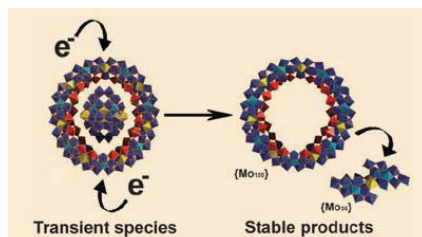


Рис. 16. Схема авторепликации наноколес

Необходимо также отметить, что для разрушения ячеек газогидратов наночастицами может быть использована не только энергия гидродинамического потока. В частности, одним из важных и перспективных направлений применения нанотехнологий в нефтяной и газовой промышленности является создание специальных миниатюрных устройств, оснащенных микропроцессорами и способных выполнять целенаправленные операции с объектами нанометровых масштабов, называемых «нанороботами» [14].

Нанороботы (в англоязычной литературе также используются термины «наноботы», «наноиды», «наниты») – это наномашин, созданные из различных наноматериалов и размером сопоставимые с молекулой [10]. Они должны обладать функциями движения, обработки и передачи информации, а также исполнения специальных программ. При этом размеры нанороботов не превышают нескольких нанометров.

Согласно современным теориям, нанороботы должны уметь осуществлять двустороннюю коммуникацию [10]: реагировать на различные сигналы и быть в состоянии подзарядиться или перепрограммироваться извне (посредством звуковых или электрических колебаний).

Также важной представляются их функции репликации – самосборки новых нанитов и программированного самоуничтожения, например, по окончании работы [9]. В этом случае роботы должны распадаться на экологически безвредные и быстровыводимые компоненты.

При этом, в настоящее время существуют различные подходы к разработке нанороботов [13]: одним из них является создание самоходных микро- и наноразмерных актюаторов (наномоторов). Наномотор представляет собой молекулярное устройство, способное преобразовывать различные виды энергии в движение. В типичном случае он может создавать силу порядка одного пиконьютона.

В качестве энергии движения наномоторов могут выступать различные химические реакции, энергия света, звука (механических колебаний), электромагнитное поле и электрический ток.

Так, в Калифорнийском университете были проведены лабораторные эксперименты по перемещению нанотрубок посредством диэлектрофореза в водных растворах (рис. 17). При этом промежуток между электродами-нанотрубками составлял 10 нм, а подаваемое на них напряжение – 1 В. В результате, на концах таких электродов образовывалось довольно сильное неоднородное электростатическое поле, притягивающее подобные частицы.



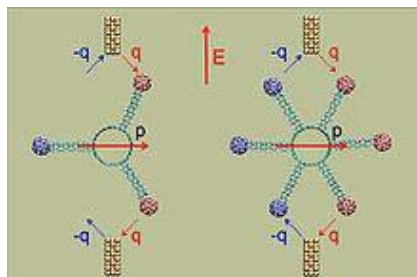


Рис. 17. Вращение молекулярного мотора электромагнитным полем

В результате нанотрубки-электроды образуют статор, а наночастицы в центре – ротор. Если на электроды подавать переменное напряжение, то наночастица будет вращаться (причем ее положение напрямую зависит от величины напряжения, подводимого к электродам).

Кроме этого, М.Р. Hughes из School of Engineering, University of Surrey предложил модель асинхронного электродинамического наномотора, который обладает вращающим моментом благодаря вращающемуся электромагнитному полю.

Подобное взаимодействие «вращающееся поле – электрический диполь (ротор)», значительно стабилизирует положение ротора. Электрическое поле генерируется благодаря прямоугольным импульсам, посылаемым на статор, что дает возможность прямого компьютерного управления таким наномотором. Также возможно прецизионное управление и частотой вращения такого ротора.

Разработанный наномотор состоит из ротора длиной 1 мкм и диаметром 100 нм. При этом такой наномотор развивает момент усилия в  $10^{-15}$  Н/м.

Подобные нанотехнологии обеспечивают эффективную и последовательную проработку всей поверхности аквальной залежи газогидратов, с необходимой скоростью их разрушения и получения запланированных объемов метана.

При этом получение метана из газогидратов следует квалифицировать как «прорывную инновационную технологию» газовой промышленности.

#### Литература

1. Воробьев А.Е. Основные принципы эффективного применения промышленных нанотехнологий при добыче аквальных газогидратов // Наноинженерия N 12. 2014.
2. Воробьев А.Е. Основы механизма эффективного применения промышленных нанотехнологий при добыче аквальных газогидратов // Вестник государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова № 6(28). 2014. С. 102-108.
3. Воробьев А.Е., Пучков Л.А. Человек и биосфера: глобальное изменение климата: Учебник. Ч. I. – М.: Изд-во РУДН, 2006. – 442 с.
4. Воробьев А.Е., Пучков Л.А. Человек и биосфера: глобальное изменение климата: Учебник. Ч. II. – М.: Изд-во РУДН, 2006. – 468 с.
5. Воробьев А.Е., Чекушина Е.В., Рыгзынов Ч.Ц. Возникновение цунами-сейш при разрушении залежей газовых гидратов // Вестник государственного морского университета им. адмирала Ф.Ф. Ушакова. № 2. 2013. С. 43-46.
6. Воронки на Ямале образовались из-за выброса газогидратов, вызванного прогревом земли // <https://news.mail.ru/society/20326638>.
7. Гидротермальный механизм образования углеводородов в срединно-океанических хребтах (на примере Баренцева и Норвежского морей) // <http://www.geolib.ru/OilGasGeo/1997/08/Stat/stat01.html>.

8. Корея начнет бурение в поисках газогидратов // [http://www.gas-journal.ru/online/foreign.php?ELEMENT\\_ID=18670](http://www.gas-journal.ru/online/foreign.php?ELEMENT_ID=18670).
9. Криогенные газовые гидраты в субмаринной мерлоте // <http://www.myshared.ru/slide/98762>.
10. Лучшие разработки нанотехнологий 2011 // <http://nanodigest.ru/content/view/975/1>.
11. Максимов В.М., Тупысев М.К., Пронюшкина С.М. Некоторые проблемы экологической и промышленной безопасности природно-техногенных морских объектов при освоении шельфа Арктики // Арктика: экология и экономика N 4 (16), 2014. С. 60-67.
12. Матвеева Т.В., Черкашев Г.А. Газогидраты: проблемы изучения и освоения // [chrome-extension://oemmnadbldboiebfnladdacbfmadadm/http://www.rosnedra.gov.ru/data/Files/File/2569.pdf](http://www.rosnedra.gov.ru/data/Files/File/2569.pdf).
13. Наномотор // <http://4108.ru/u/nanomotor>.
14. Нанотехнологии в нефтяной промышленности // <http://www.nefrus.com/newteh/22-newteh/646-nanoyehvneftprom.html>.
15. *Нанотехнологии в России и мире* // <http://www.metodolog.ru/00318/00318.html>.
16. Синтез полимерных микросфер, содержащих неорганические наночастицы // Вестник МИТХТ, 2011, т. 6, № 5
17. Сокур О.Н., Геворкьян В.Х. Стратегический резерв углеводородного сырья XXI столетия — метановые газогидраты морских бассейнов // Геология и полезные ископаемые мирового океана № 3. 2006. С. 52-61.
18. Стоимость разработки месторождений газогидратов // [http://www.benzol.ru/news/?cat\\_id=12&id=250519](http://www.benzol.ru/news/?cat_id=12&id=250519).

#### **EFFECTIVE POROSITY ESTIMATION USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORK (CASE STUDY: OIL FIELDS IN SOUTH-WESTERN IRAN)**

*Parviz Roshanaei, Ramin Doostmohammadi*

Department of Mining Engineering, University of Zanjan, Zanjan, Iran

##### **Abstract**

In the oil industry, determining reservoir petrophysical properties is one of the key parameters in the management, production, development and estimation of reservoir storage. One of these properties is determining the effective porosity that has a very important role in the estimation and evaluation of oil and gas reservoirs. This paper examines the porosity of the oil fields in Ahvaz (Khuzestan province, Iran) using artificial neural network. Required data are drawn upon the well logging data from three wells of this field. Neutron porosity (NPHI), Density (D), Displacement Tonic (DT), Depth, water saturation (SW), type of rock (LITHO) which are input of neural network, and effective porosity (PHIE) is used as output parameter. The results show that the neural network with a correlation coefficient of 0.94 and an error percentage lower than 0.001 can estimate the porosity. Such results reflect the desirable used network.

**Keywords:** porosity, reserve estimates, Artificial Neural Network, correlation coefficient, percentage error

## ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ РАЦИОНАЛЬНОГО НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ В КАРАШЫГАНАКСКОМ НЕФТЕГАЗОКОНДЕСАТНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ

*Кошим А.Г.<sup>1</sup>, Ахмеденов К.М.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы

<sup>2</sup>Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир-хана, г. Уральск

Масштабы воздействия нефтедобывающей промышленности на природную среду позволяют рассматривать ее как единую нефтепромышленную геотехноморфосистему. Все технологические процессы подготовки и освоения месторождения являются причиной нарушения и загрязнения всех природных компонентов.

Карашыганакское нефтегазоконденсатное месторождение (КНГКМ) с площадью свыше 200 км<sup>2</sup>, является одним из крупнейших нефтегазоконденсатных месторождений в мире. Оно было открыто в 1979 году. Нефтегазоносный слой залегает на глубине 3700 - 5360 м. в девонских отложениях. Высота газоконденсатной части достигает 1420 м, толщина нефтяного слоя равна 200 м. [1]. Месторождение имеет рекордные показатели по добыче, составляющие почти 45 процентов всего газа и 16 процентов всех жидких углеводородов, добываемых в стране.

По объему разведанных запасов газа и нефти, оно относится к категории «гигантское», так как содержание газа составляет 1,35 трлн. куб. м, нефти и газового конденсата - 1,2 млрд. тонн. [2]. Предполагается, что в течение 40 лет (согласно договору до 2038 года месторождение разрабатывает международный консорциум «Карачаганак Петролиум Оперейтинг Б. В.» (в состав входят British Gas и Eni, Chevron Техасо и «Лукойл») здесь будет добыто в общей сложности 292 млн. тонн жидких углеводородов и 856 млрд. куб. газа [3].

Добыча газа на месторождении каждый год увеличивается (таблица 1), а это значит, увеличивается и техногенная нагрузка на ландшафт. Так как известно, что при добыче полезных ископаемых из оборота неизбежно изымаются все новые участки природных экосистем с плодородными почвами и уникальным биоразнообразием, сельскохозяйственные и лесные угодья, в тоже время увеличиваются площади загрязненных и нарушенных земель. По данным [3] на конец 2013 года на Карачаганакском месторождении насчитывался 388 скважин различной категории, из которых 94 являются действующими эксплуатационными скважинами, а 17 используются для обратной закачки газа в пласт. Остальные скважины используются либо как наблюдательные, либо являются ликвидированными или разведочно-эксплуатационными скважинами. По- нашему мнению, такое количество скважин для территории с площадью 200 кв.км. многовато, если еще учесть, что ежегодно в эксплуатацию вводится по 8 скважин.

Таблица 1 - Объем добычи газа и газового конденсата в Карашыганском месторождении [2]

Годы	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Объем добычи (млн.т)	36,0	37	43,6	44,8	53,5	55,8	58,9

Объем добычи в дальнейшем предполагает усиленную интенсификацию освоения месторождения, что в свою очередь предполагает также активизацию не только природных, но и техногенных процессов, которые в свою очередь повлияют на изменение окружающей среды региона, в целом. Наиболее активным процессом техногенного рельефообразования является процесс оседание поверхности в районе месторождения.

В геоморфологическом отношении Карашыганакское месторождение расположено в пределах денудационной равнины Подуральского плато, которое представляет собой возвышенную слабоволнистую равнину, расчлененную сложноветвящейся речной сетью и местами осложненную невысокими холмами различных очертаний. Средние относительные превышения колеблются от 20 до 35 м. Абсолютные высоты поверхности в районе месторождения снижаются от 180-200 м на севере и востоке плато до 80-100 - на юге и западе.

Как известно, в результате интенсивной разработки углеводородного сырья происходит извлечение значительного количества попутно-пластовых вод, которые не компенсируются обратной 100 %-ой их закачкой в пласт. Неполная закачка пластовых вод вызывает падение пластового давления, что в свою очередь, приводит к оседанию земной поверхности вокруг месторождений, образуя новые техногенные формы рельефа - просадки.

Естественное проявление данного процесса связано с литологией слагающих территорию пород. Наиболее активно он развивается в массивах песчано-глинистых пород при их увлажнении, структурные особенности которых разнообразны. По содержанию глинистые фракции меньше 0,002 мм образуют широкую гамму пород от песков до глин включительно, но для всех этих гранулометрических разностей присуща общая черта - высокая пылеватость (содержание фракции 0,05-0,002 мм превышает 40 %, которые обладают просадочными свойствами [3].

Поверхность денудационной равнины в районе Карашыганакского месторождения представлена верхнечетвертичными отложениями, сложенная глинистыми, суглинистыми и песчанистыми фракциями, процессы оседания поверхности и здесь имеют свое развитие, правда техногенного характера.

По данным наших наблюдений, активное проявление процесса оседания поверхности наблюдается в радиусе 20-50 км от месторождения Карашыганак. Например, в пос. Березовка, расположенная в северо-восточной части в 19 км от месторождения Карашыганак, где во дворе дома одной из жительниц поселка «провалилась земля», и образовалась воронка диаметром 1 метр, глубиной 4 метра.

Такой процесс нами был зафиксирован в пос. Жанаталап в 14 км в северо-восточной части от месторождения, где образовались две воронки диаметром 5-6 метров, глубиной 5 метров. В ходе проведенного нами социального опроса населения (пос. Березовки, Жанаталап, Аксуат, Жарсуат), в последние годы они замечают общее понижение рельефа местности на 15-20 см, что свидетельствует о расположении кладбищ, располагающихся раньше на возвышенной части за поселком. В настоящее время они все опустились до уровня поселков. Данное оседание они связывают с разработкой газа на месторождении Карашыганак.

Процесс оседания поверхности проявился и в пос. Рыбцех, расположенное в 100 км на юго-западе от месторождения, где в 2008 году произошло землетрясение, в результате которого берег озера сместился до 50 метров глубь озера. Данное явление считается нехарактерное для региона, т.к. в истории области никогда не было землетрясений. По опросам населения, они связывают данное землетрясение только с добычей газа на месторождении.

Нарушение литоморфной основы в районе месторождения происходит и при проведении ядерных взрывов для создания подземных хранилищ. Например, в 1984 г. под методическим руководством ФИАН на территории месторождения было проведено несколько подземных ядерных взрывов для создания подземных газохранилищ, которые были необходимы для обеспечения бесперебойной работы скважин. До 1991 г. газохранилища использовались по назначению, но в настоящее время законсервированы и в производственной цепочке месторождения не задействованы, но в то же время имеют место, что оказывает большое воздействие на изменение рельефа.

Процесс оседания поверхности, образования просадок в данном районе будет иметь дальнейшее развитие, т.к. добыча нефти и газа будет вестись не один год (контракт подписан до 2038 года), будут осваиваться новые площади, а слагаемые территории верхнечетвертичные отложения, как отмечалось ранее, подвержены к просадочным деформациям. В связи с этим уже сейчас необходимо установить систему контроля и вести наблюдения за развитием процесса и изменения рельефа принять защитные меры по их предотвращению или сдерживанию, т.к. проявление просадок во времени делает их особо опасными и для гидротехнических, промышленных, жилых и дорожных сооружений территорий области.

#### **Литература**

1. Карачаганакское нефтегазоконденсатное месторождение (НГКМ).- Электронный ресурс / <http://www.neftegaz.kz/>
2. Карачаганак.- Электронный ресурс:<http://psa.kz/projects/210/>
3. Официальный сайт Карачаганак Петролиум Оперейтинг Б.В. <http://www.kpo.kz/ru/proizvodstvo/ehksportnye-marshruty.html>
4. Ларионов А.К. Механизм и природа просадок и их роль в рельефообразовании. //Современные экзогенные процессы рельефообразования: сб. науч. тр.- М.:Наука, 1970. С.45-53.
5. Воробьев А.Е., Турсунбаева А.К., Портнов В.С., Молдабаева Г.Ж., Джимиева Р.Б. Образование зон обрушения и трещиноватости при подземной отработке горючих сланцев // Труды Университета N2 (43). КарГТУ. Казахстан. 2011. С. 47-50.
6. Воробьев А.Е., Гулан Е.А., Молдабаева Г.Ж., Джимиева Р.Б. Основные виды зон обрушения и трещиноватости литосферы над горными выработками // Научный вестник Норильского индустриального института. - № 9. 2011. С. 90-100.

## **PREDICTION THE DEGREE OF SATURATION IN OIL WELLS USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORK**

*Majid Heidari, Ramin Doostmohammadi*

Department of Mining Engineering, University of Zanjan, Zanjan, Iran

#### **Abstract**

Degree of saturation is one of the petrophysical properties of oil reservoirs, which plays an important role in management, production, and estimation of oil reservoirs. To determine the related parameters (saturation, porosity), the core analysis and well testing methods are performed which require a lot of cost and due to the lack of sufficient core and heterogeneity of reservoir rock, they have low precision. Many studies have investigated the saturation estimation via different methods such as empirical approaches, Geostatistics and related softwares. However, rock type (an important parameter) has not been studied in most cases. The data obtained from a well-logging in one of the south oil fields has been used in the current study. The artificial neural network designed to estimate the degree of saturation considering the rock type. It indicated correlation coefficient of 0.91, which has better performance compared with the multiple regression method. Using artificial neural network, degree of saturation can be calculated with acceptable accuracy that could have important applications in the oil industry.

Keywords: Degree of saturation, Artificial neural networks, Multiple regression method.

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕЖИМОВ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ  
ПРОЦЕССОМ ИНДУКЦИОННОГО НАГРЕВА ОБСАДНОЙ КОЛОННЫ  
НЕФТЯНОЙ СКВАЖИНЫ**

*Лелевкина Л.Г., Гончарова И.В., Комарцова Е.А.*

ГОУ ВПО Кыргызско-Российский Славянский Университет

При разработке залежей высоковязких, высокопарафинистых нефтей, которыми являются большинство нефтей Кыргызстана, возникают проблемы, связанные с малой подвижностью флюидов, низкой проницаемостью пластов и невысокими забойными давлениями.

В настоящее время активно разрабатываются теоретические основы и практические методы реализации новейших технологий повышения нефтеотдачи пластов, в том числе методы термического воздействия на пласт. В качестве источника тепла предлагается использовать, например, индуктор, разработанный сотрудниками кафедры прикладной физики Башкирского Государственного университета [1].

В данной работе проводится математическое моделирование процесса индукционного нагрева обсадной колонны нефтяной скважины и его оптимизация, в котором критерием качества является функционал энергии.

Управляемый процесс индукционного нагрева с распределенными источниками энергии в области  $Q = \{0 < t \leq t_1, 0 < r < R\}$  описывается уравнением теплопроводности

$$\frac{\partial T}{\partial t} = a \frac{\partial^2 T}{\partial r^2} + \frac{a}{r} \frac{\partial T}{\partial r} + \frac{a}{\lambda} V(t, r), \quad (1)$$

с начальными и граничными условиями

$$T(0, r) = \varphi_1(r), \quad \frac{\partial T(t, 0)}{\partial r} = 0, \quad \left. \frac{\partial T(t, r)}{\partial t} \right|_{r=R} = h[T_R - T(t, R)], \quad (2)$$

где  $\frac{a}{\lambda} V(t, r) = w(r)u(t)$  и  $w(r)$  - заданная функция, которая на каждом этапе нагрева задается различными аналитическими выражениями [3].

Требуется среди всех допустимых управлений  $0 \leq u(t) \leq u_{\max}$  найти такое управление  $u_0(t)$ , которое вместе с соответствующим ему решением  $T^0(t, r)$  краевой

задачи(1)-(2) минимизирует функционал энергии  $J_1[u] = 2\pi l \int_0^{t_1} \int_0^R V(t, r) r dt dr$  и при  $t = t_1$

выполняется  $T(t_1, r) = \varphi_2(r)$ .

Задача минимизации функционала энергии заменяется задачей минимизации функционала вида [3]

$$F[u, \beta, \gamma, c] = \beta \left\{ \gamma \int_0^{t_1} u(t) dt + \int_0^{t_1} [u(t) - c]^2 dt \right\} + \int_0^R [T(t_1, r) - \varphi_2(r)]^2 dr \quad (3)$$

В результате замены  $v(t) = u(t) - c + \gamma/2$  и преобразования функционала (3) получится квадратичный функционал

$$F[v, \beta, \gamma, c] = \beta \int_0^{t_1} v^2(t) dt + \int_0^R [T(t_1, r) - \varphi_2(r)]^2 dr - \frac{\gamma \beta t_1 (\gamma - 4c)}{4} \quad (4)$$

При решении задачи (1.1)-(1.3) применяется метод максимума Понтрягина для систем с распределенными параметрами [2] в задаче оптимизации индукционного нагрева [3] и интегро-интерполяционный метод [4].

Функция распределения внутренних источников тепла в промежуточном режиме нагрева имеет вид

$$w(t, r) = \begin{cases} \frac{3824R}{(4R - \Delta_2)\Delta_2}, & \text{при } R - \frac{\Delta_2}{2} \leq r \leq R \\ 0, & \text{при } 0 \leq r \leq R - \frac{\Delta_2}{2} \end{cases}$$

где  $R$  – радиус цилиндра,  $\Delta_2$  – глубина проникновения в металл электромагнитной волны на втором этапе нагрева.

После потери магнитных свойств слоем стали, лежащем на расстоянии  $\Delta_2$  от поверхности цилиндра начинается горячий режим, в течении которого удельная мощность и электрические параметры индуктора остаются постоянными.

Функция распределения внутренних источников тепла в горячем режиме нагрева имеет вид

$$w(r) = \frac{\sqrt{2}K(ber'^2Z + bei'^2Z)}{ber'ZberZ + bei'ZbeiZ},$$

где  $z = \sqrt{2r}K$ ;  $berZ$ ,  $beiZ$ ,  $ber'Z$ ,  $bei'Z$  – функции Кельвина и их производные.

Численная реализация проводится в среде Borland Delphi 7. При численных расчетах использованы данные работы [1]. Сравнительный анализ горячего и промежуточного режимов нагрев показал:

1. Штрафной параметр  $\beta$  как в горячем, так и в промежуточном режимах нагрева оказывает доминирующее влияние на величину функционала энергии. Причем в горячем режиме это влияние более существенно.

2. Влияние параметра  $\gamma$  в зонах благоприятных по параметру  $\beta$  несущественно как в горячем, так и в промежуточном режимах нагрева.

3. В промежуточном режиме при  $\gamma = 0,1$ ,  $\beta \in [7E + 6; 1E + 9]$  и при  $\beta = 7E + 6$ ,  $\gamma \in [1E - 6; 1E - 1]$  возникают зоны флуктуации. В горячем режиме зоны флуктуации также наблюдаются, но при  $\beta < 5E + 5$ ,  $\gamma \in [1E - 8; 1E - 1]$  и при  $\gamma \geq E - 2$ ,  $\beta > 2E + 6$ . При попадании параметров  $\beta, \gamma$  в зоны флуктуации значения функционала в промежуточном режиме изменяются значительно, нежели в горячем режиме. Влияние параметра  $\gamma$  более существенно в промежуточном режиме.

4. Выявлены зоны благоприятных (стабильных) значений функционала: в промежуточном режиме нагрева при  $\beta \in [1E + 7; 1E + 8]$ ,  $\gamma \in [1E - 4; 1E - 8]$ , а в горячем режиме нагрева при  $\beta \in [2E + 6; 1E + 7]$ ,  $\gamma \in [1E - 8; 1E - 6]$ .

5. В промежуточном режиме нагрева зона минимальных значений наблюдается при  $\beta \in [3E + 7; 5E + 7]$ , а в горячем при  $\beta \in [5E + 5; 1E + 6]$ . Таким образом, по сравнению с промежуточным режимом нагрева зона минимальных значений функционала смещается на два порядка в сторону уменьшения параметра  $\beta$ .

#### Литература

1. Ковалева Л.А., Насыров Н.М., Максимочкин В.И., Суфьянов Р.Р. Изучение теплопроводности высоковязких углеводородных систем методом экспериментального и математического моделирования // ПМТФ. 2005. Т.46. В. 6. С. 96 – 102.
2. Егоров А. И. Основы теории управления. - М.: Физматлит, 2004. - 504 с.
3. Лелевкина Л.Г., Гончарова И.В., Комарцова Е.А. Численный анализ влияния штрафных параметров на процесс оптимизации индукционного нагрева обсадной колонны нефтяной скважины в промежуточном режиме нагрева // II Международная юбилейная научная конференция «Актуальные проблемы теории управления, топологии и операторных уравнений», КРСУ, Бишкек, 2013. – С. 52.

4. Lelevkina L.G., Sklyar S.N. and Khlybov O.S. Optimal Control and Heat Conductivity // Automation and Remote Control, Springer Science + Business Media. 2008, Volume 69, Number 4. P. 654-667.

## ПИРОЛИТИЧЕСКИЕ ПОТЕРИ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА СЛАНЦЕВОЙ ЗАЛЕЖИ КАК ФАКТОР ИЗМЕНЕНИЯ ЕЁ ФЛЮИДОПРОВОДИМОСТИ

*Юсупова И.Ф.<sup>1</sup>, Абукова Л.А.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт гидрогеологии и инженерной геологии

<sup>2</sup>Институт проблем нефти и газа РАН

Твердое органическое вещество (ОВ) каустобиолитов при термических способах подземной добычи претерпевает, как известно, последовательные процессы пиролитической деструкции; ее производные покидают недра. Сланцевая залежь практически полностью лишается своего ОВ (кроме твердых продуктов пиролиза), при этом большая часть минеральных компонентов остается на месте. Поэтому потеря сланцами своего ОВ становится определяющей в изменении напряженно-деформированного состояния залежи; в предыдущих исследованиях авторами рассматривалось проявление этого фактора в формировании автономных деформаций на примере кукурситовых горючих сланцев (Прибалтийский бассейн).

В литологическом отношении эти сланцы – высокоуглеродистые мергели, сложенные, в основном, органическим (до 40 мас. %), карбонатным и терригенным материалом примерно в равных соотношениях по массе. Плотности этих трех составляющих соответствуют значениям: для органической – 1,1, карбонатной – 2,7, терригенной (сильно меняющейся по отдельным слоям) – не менее 2,0 г/см<sup>3</sup>. Считается, что плотность этих горючих сланцев при содержании в них 30 % ОВ равна 1,8 г/см<sup>3</sup>.

Деструкцию ОВ сопровождают такие явления, как разупрочнение, возникновение и увеличение пустотного пространства по мере образования и оттока флюидных масс и др. Некоторые физические свойства каустобиолитов (пористость, проницаемость, плотность и др.) начинают меняться. Возрастание пористости на определенном этапе сменяется деформационными (нередко асинхронными) изменениями сланцев. По микропрослоям, обогащенным ОВ, будут возникать ослабленные зоны (а иногда и трещины флюидоразрыва). Постепенно деформационные изменения внутри пласта могут дополниться уменьшением его мощности (усадкой), частичным смыканием трещин (уменьшением полостности) и т.д.

Объемная значимость ОВ делает эти явления более заметными. Так, весовые содержания ОВ (35 %) и карбонатов (40 %) в усредненном кукурсите близки, но в объемном отношении главенствующая роль принадлежит ОВ (54 %), а не карбонатам (25 %). В данном случае на ОВ приходится около половины мощности пласта. При деструкции ОВ в пласте усредненного кукурсита высвободится больший объем (почти в 2 раза), чем при утрате карбонатов; мощность пласта от 1,5–1,8 м уменьшится на 0,8–1,0 м. Это обстоятельство позволило считать потерю ОВ одним из основных факторов автономных структурных деформаций (трещиноватости, дробления и др.).

Деформации усугубляются латеральной изменчивостью концентраций твердого ОВ в сланцевой залежи. В пределах одного пласта кукурситов концентрации ОВ отличаются в 2-2,5 раза, колеблясь, например, в пласте С от 16,6 до 45,0 мас. %, а в известняковом прослое С/D – от 0,00 до 9,7 мас. %. Изменчивость содержаний ОВ по латерали предопределяет неравномерность его абсолютных потерь, и как следствие, разную степень разупрочнения, а затем уменьшения мощности пласта, его



неравномерную усадку, появление участков с разной степенью трещиноватости и флюидопроводимости.

Вышезалегающие отложения в этом случае вынуждены будут адаптироваться к неравномерной усадке пласта, что проявится в дополнительных деформациях (проседании кровли по флексуроподобным перегибам над разномасштабными ослабленными зонами вплоть до потери монолитности с образованием вертикальных трещин, зон дробления, микроблоков и т.д.).

Сланцеватость в нашем случае носит многопластовый характер. Пропластки кукурситов в других интервалах сланцепородного массива могут подвергнуться воздействию конвективного теплопереноса и претерпеть трансформацию твердого ОБ с образованием подвижных флюидных компонентов.

Таким образом, в ходе многостадийного внутрислоевого пиролиза твердого ОБ кукурситов (и удаления его продуктов) уровень дислоцированности и флюидопроводимости будет возрастать, что внесет определенный вклад в трансформацию геофильтрационной среды. Так реагирует сланцевая залежь на нарастающее изъятие одной из ее главных объемных компонентов – ОБ. Кстати, работы по термовоздействию на рассматриваемые сланцы (в коренном залегании) показали значимость трещинной проницаемости при внутрислоевой переработке кукурситов.

На основании проведенных исследований предлагается учитывать концентрацию, состав, пространственное распределение твердого ОБ в пласте, проявляющиеся трансформацией прочностных и деформационных характеристик в изменчивых термоградиентных полях при подземной газификации каустобиолитов. Эти параметры могут способствовать перманентной оценке текущих и прогнозированию последующих состояний сланцевой залежи.

#### **ОБОСНОВАНИЕ ДЕТОНАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ВВ ПРИ ТОРПЕДИРОВАНИИ НЕФТЕГАЗОВЫХ СКВАЖИН**

*Горинев С.А.<sup>1</sup>, Маслов И.Ю.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> akaz2006@yandex.ru; <sup>2</sup> ilmaslov@mail.ru

ООО «Глобал Майнинг Эксплозив-Раша»

Применение торпедирования скважин для увеличения дебита из продуктивных пластов является распространенной технологической операцией при скважинной добыче жидких и газообразных полезных ископаемых. Как правило, торпедирование скважин осуществляют после предварительной перфорации обсадных труб.

В целях повышения эффективности работ по увеличению продуктивности скважин применяются различные варианты выполнения технологических операций, направленных на увеличение дебита, за одну операцию «спуск-подъем». При выполнении операции по перфорации обсадных труб и торпедированию за одну спускоподъемную операцию существенно возрастает наружный диаметр торпедирующего заряда по сравнению с обычным торпедным зарядом. Поэтому для обеспечения необходимого воздействия на призабойную часть продуктивного пласта при сохранении скважинной колонны в работоспособном состоянии необходимо применять взрывчатые вещества, удовлетворяющие определенным требованиям к детонационным параметрам.

В представленной работе приводится обоснование требований к детонационным параметрам ВВ, используемого для создания торпедирующего заряда, в зависимости от наружного и внутреннего диаметров заряда, наружного и внутреннего диаметров обсадной трубы, механических свойств материала обсадной трубы и окружающих

горных пород (зацементированного затрубного пространства), ударной адиабаты жидкости, заполняющей скважину в момент осуществления операции и др.

Введем обозначения:  $d_1, d_2$  - внутренний и наружный диаметр заряда;  $d_3, d_4$  - внутренний и наружный диаметр обсадной трубы;  $\rho_a, c_a, n$  - плотность, скорость звука и показатель в ударной адиабате (закон сжимаемости Тэта) жидкости, заполняющей скважину в момент осуществления операции;  $P_s, k$  - начальное давление и коэффициент политропы ВВ, используемого для создания торпедирующего заряда;  $P_h$  - горное давление в законтурном массиве;  $\sigma_\delta, \sigma_*, C$  - предел прочности на разрыв, одноосное сжатие и сцепление горной породы;  $\varphi$  - угол внутреннего трения горной породы;  $\mu, \nu$  - модуль сдвига и коэффициент Пуассона горной породы;  $\sigma_T, \varepsilon_*$  - предел текучести и допустимое относительное удлинение материала обсадной трубы.

Предельные значения  $P_s, k$ , при которых не происходит разрушение обсадной трубы продольными трещинами, определяются следующим образом.

Отношение радиуса газового пузыря в момент окончания роста к внешнему радиусу заряда  $z$  определяется из уравнения

$$P_a = \frac{\rho_a \tilde{n}_a^2}{n} \left[ \left( \frac{\lambda_{32}^2 - 1}{\lambda_{32}^2 + 2\varepsilon_* \lambda_{42}^2 - z^2} \right)^n - 1 \right] = P_s \left( \frac{1 - \lambda_{12}^2}{z^2 - \lambda_{12}^2} \right)^k, \quad \text{где } \lambda_{12} = \frac{d_1}{d_2}; \quad \lambda_{32} = \frac{d_3}{d_2};$$

$\lambda_{42} = \frac{d_4}{d_2}$ ;  $P_a$  - давление взрывных газов в газовом пузыре.

Радиальное давление  $P(\varepsilon_*)$  на границе «внешняя поверхность обсадной трубы-зацементированное затрубное пространство» при этом будет равно:

$$P(\varepsilon_*) = \frac{P_a}{1 + \varepsilon_*} \sqrt{\lambda_{34}^2 + 2\varepsilon_*} - \left( 1 - \frac{\sqrt{\lambda_{34}^2 + 2\varepsilon_*}}{1 + \varepsilon_*} \right) \sigma_T.$$

Сшивка решений (на основании зонной теории разрушения при камуфлетном взрыве заряда в горной породе) на границе зоны сдвиговой деформации горной породы и радиальных трещин в этой породе дает следующее уравнение:

$$\frac{\varepsilon_*}{(1 + \varepsilon_*)^2} \left( \frac{C \operatorname{ctg} \varphi + \sigma_{\bar{n}a} + P_h \frac{1 + \sin \varphi}{1 - \sin \varphi}}{P(\varepsilon_*) + P_h + C \operatorname{ctg} \varphi} \right)^{\frac{1 + \sin \varphi}{2 \sin \varphi}} \cong \frac{1}{2\mu} \sqrt{\frac{\sigma_{\bar{n}a} + P_h \frac{2 \sin \varphi}{1 - \sin \varphi}}{\sigma_p + 2P_h}}.$$

$$\left[ \sigma_{\bar{n}a} + P_h \frac{2 \sin \varphi}{1 - \sin \varphi} - 2P_h(1 - \nu) \sqrt{\frac{\sigma_{\bar{n}a} + P_h \frac{2 \sin \varphi}{1 - \sin \varphi}}{\sigma_p + 2P_h}} \right]$$

Согласование полученных выражений возможно при определенных значениях  $P_s$  и  $k$ . Это предельные требования к детонационным характеристикам ВВ для торпедирования скважины с точки зрения сохранения целостности скважины от возникновения продольных трещин.

Для предохранения разрыва става обсадных труб от поперечного разрыва величина заряда  $m_{\text{зад}}$  должна ограничиваться величиной  $m_{\text{зад}} \leq m_* Q_* Q_{\text{зад}}^{-1}$ , где  $m_*$  - предельная масса тротилового заряда;  $Q_*$ ,  $Q_{\text{зад}}$  - удельная теплота взрыва тротила и рассматриваемого ВВ.

В случае кумулятивной перфорации из условия «срабатывания» кумулятивных зарядов к моменту подхода к ним детонационной волны, распространяющейся по торпедирующему заряду, следует ограничение на скорость детонации  $D_x$  в ВВ, используемом для создания торпедирующего заряда:

$$D_x \leq D_{oi} \left( 1 + \frac{2d_2}{L_* - 0,5d_{\text{э.с.}}} \cdot \frac{D_{oi}}{D_{\text{э.с.}}} \right)^{-1}, \text{ где } D_{\text{э.с.}}, D_{oi} - \text{ скорости детонации в ВВ}$$

кумулятивного заряда и детонирующем шнуре, соответственно;  $L_*$  - расстояние между кумулятивными зарядами по длине устройства;  $d_{\text{э.с.}}$  - диаметр кумулятивного заряда.

Дополнительные исследования показали возможность получения термостойких взрывчатых веществ, удовлетворяющих указанным в работе требованиям в широком диапазоне физико-механических свойств горных пород, значений горного давления и соотношений геометрических параметров заряда и обсадной трубы.

## ГРАВИЙНЫЕ ФИЛЬТРЫ БУРОВЫХ СКВАЖИН СО СЪЕМНЫМ ЗАЩИТНЫМ КОЖУХОМ

*Кожевников А.А.<sup>1</sup>, Ратов Б.Т.<sup>2</sup>, Судаков А.К.<sup>1</sup>, Молдабеков М.С.<sup>2</sup>,  
Жанабаев Т.А.<sup>2</sup>, Рахметов М.Т.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Государственный ВУЗ «Национальный горный университет», г. Днепрпетровск, Украина

<sup>2</sup>НАО "Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева" г. Алматы, Республика Казахстан

В буровых скважинах различного назначения на воду, нефть, газ и при подземном выщелачивании движение флюидов осуществляют: в прямом (из скважины), в обратном (в скважину) и реверсивном направлениях (скважины подземных хранилищ газа). На весь период эксплуатации скважины стенки ее в пределах продуктивного пласта должны быть устойчивыми. Это достигается установкой в скважине фильтра, назначение которого состоит в предохранении стенок скважин от обрушения и в очистке флюидов, поступающих на дневную поверхность от твердых примесей.

В зависимости от крупности частиц горной породы продуктивного пласта конструкции фильтров могут применяться от самых простых – трубчатых с перфорацией или каркасно-стержневых до самых сложных – гравийных. Гравийные фильтры применяют в скважинах, когда продуктивный пласт представлен песками, причем если пески среднезернистые, то рекомендуется фильтр с однослойной гравийной обсыпкой, если пески мелкозернистые, то фильтр рекомендуется многослойный (двух-, трехслойный).

Гравийные фильтры существуют двух конструкций и технологий изготовления. При первом варианте гравийный фильтр создается на дневной поверхности и в готовом виде опускается в скважину. Во втором варианте в скважину после спуска каркаса фильтровой колонны доставляется рыхлый гравийный материал. Обе конструкции и технологии имеют свои достоинства и недостатки. Существенными недостатками этих технологий являются их сложность и дороговизна выполнения технологических операций.

Отличительной особенностью разработанных и предлагаемых к применению гравийных фильтров является том, что они содержат съемный защитный кожух, имеющий диаметр, максимально приближенный к диаметру водоприемной части скважины. Кожух предназначен для формирования гравийной обсыпки и предотвращения нарушения ее сплошности до момента приведения фильтра в рабочее

состояние, центрирования гравийного фильтра при установке в водоносном горизонте и т.д.

**Выводы:** технологии оборудования гидрогеологических скважин гравийными фильтрами со съёмным защитным кожухом позволяют: уменьшить расход гравийного материала и времени на его транспортировку к водоносному горизонту; избежать зависание гравийного материала при его транспортировке по стволу скважины; улучшить качество гравийных фильтров за счет формирования при визуальном контроле на дневной поверхности гравийной обсыпки и при необходимости формирования многослойной обсыпки с заданными параметрами; устранить вероятности образования зияющих пустот; снизить вероятности пескования; снизить гидравлические сопротивления при повышении эффективной пористости и др. При этом скважина будет оборудована гравийным фильтром с заданными и неизменными при транспортировке и установке в водоносный горизонт геометрическими и гидравлическими параметрами; уменьшить число буримых скважин, как минимум в два раза.

#### **Литература**

1. Башкатов А.Д. Современное состояние и тенденции развития методов и технических средств сооружения гидрогеологических скважин. – М.: ВИЭМС, 1988. – 50 с.
2. Кожевников А.А. Гравийные фильтры буровых скважин на жидкие и газообразные полезные ископаемые / А.А. Кожевников, М. Отебаев, А.К. Судаков, Б.Т. Ратов. - Алматы: КазНТУ, 2015. 346 с.

## **ТЕХНОЛОГИЯ ДОБЫЧИ СЛАНЦЕВОГО ГАЗА И ВЛИЯНИЕ НА ЭКОЛОГИЮ**

*Арутюнов Т.В., Савенок О.В.*

ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет»  
Министерство образования и науки Российской Федерации

Экологические последствия от добычи углеводородов из сланцевых отложений связаны с интенсивными воздействиями на природные системы – бурением скважин, множественным гидроразрывом с использованием химических препаратов и больших объёмов воды и другими методами [1].

На рисунке 1 схематично показаны источники экологических рисков [2].

Добыча сланцевого газа предполагает горизонтальное бурение и гидроразрыв пласта. Горизонтальная скважина прокладывается через слой газоносного сланца. Затем внутрь скважины под давлением закачиваются десятки тысяч кубометров воды, песка и химикатов. В результате разрыва пласта газ по трещинам поступает в скважину и далее на поверхность.

Данная технология наносит колоссальный вред окружающей среде. Независимые экологи подсчитали, что специальный буровой раствор содержит 596 наименований химикатов: ингибиторы коррозии, загустители, кислоты, биоциды, ингибиторы для контроля сланца, гелеобразователи. Для каждого бурения нужно до 26 тыс. кубометров раствора. Назначение некоторых химикатов:

- соляная кислота помогает растворять минералы;
- этиленгликоль борется с появлением отложений на стенках труб;
- изопропиловый спирт используется для увеличения вязкости жидкости;
- глутаральдегид борется с коррозией;
- лёгкие фракции нефти используются для минимизации трения;
- гуаровая камедь увеличивает вязкость раствора;

- пероксодисульфат аммония препятствует распаду гуаровой камеди;
- формамид препятствует коррозии;
- борная кислота поддерживает вязкость жидкости при высоких температурах;
- лимонная кислота используется для предотвращения осаждения металла;
- хлорид калия препятствует прохождению химических реакций между грунтом и жидкостью;
- карбонат натрия или калия используется для поддержания баланса кислот.

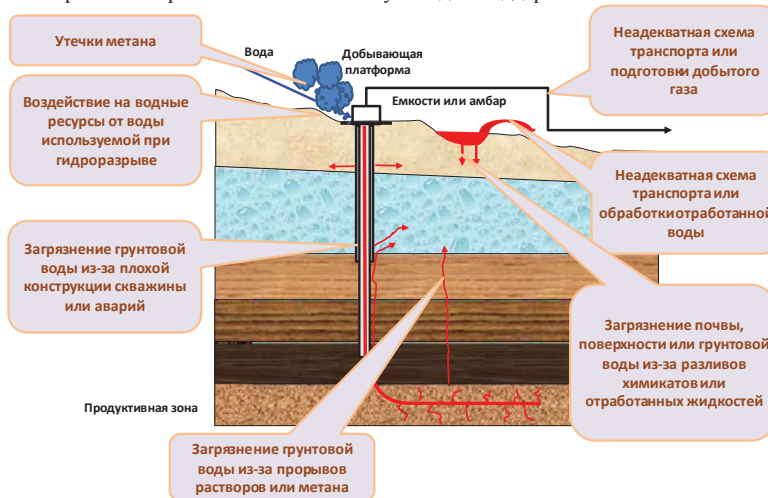


Рисунок 1 – Экологические риски для воздуха и воды при разработке месторождений сланцевого газа [2]

Десятки тонн раствора из сотен наименований химикатов смешиваются с грунтовыми водами и вызывают широчайший спектр непрогнозируемых негативных последствий. При этом разные нефтяные компании используют различные составы раствора. Опасность представляет не только раствор сам по себе, но и соединения, которые поднимаются из-под земли в результате гидроразрыва. В местах добычи наблюдается мор животных, птиц, рыбы, кипящие ручьи с метаном. Домашние животные болеют, теряют шерсть, умирают. Ядовитые продукты попадают в питьевую воду и воздух. У американцев, которым «посчастливилось» жить поблизости от буровых вышек, наблюдаются головные боли, потери сознания, нейрпатии, астма, отравления, раковые заболевания и многие другие болезни.

Отравленная питьевая вода становится непригодной для питья и может иметь цвет от обычного до чёрного. В США появилась новая забава – поджигать питьевую воду, текущую из-под крана.

Это скорее исключение, чем правило. Большинству в такой ситуации реально страшно. Природный газ не имеет запаха. Тот запах, который мы чувствуем, издают одоранты, специально подмешиваемые для выявления утечек. Перспектива создать искру в доме, полном метана, заставляет перекрыть водопровод наглухо в такой ситуации. Бурение новых скважин для воды становится опасным. Можно нарваться на метан, который ищет выход на поверхность после гидроразрыва. Например, так произошло с этим фермером, который решил сделать себе новый колодец вместо отравленного. Фонтан метана бил три дня. По подсчётам специалистов, в атмосферу ушло 84 тысячи кубометров газа.

Американские нефтегазовые компании применяют к местному населению следующую примерную схему действий.

*Первый шаг:* «Независимые» экологи делают экспертизу, согласно которой с питьевой водой всё в порядке. На этом всё заканчивается, если пострадавшие не подадут в суд.

*Второй шаг:* Суд может обязать нефтяную компанию пожизненно снабжать жителей привозной питьевой водой, либо поставить очистное оборудование. Как показывает практика, очистное оборудование не всегда спасает. Например, этиленгликоль проходит сквозь фильтры.

*Третий шаг:* Нефтяные компании выплачивают компенсации пострадавшим. Размеры компенсаций измеряются десятками тысяч долларов.

*Четвёртый шаг:* С получившими компенсацию пострадавшими обязательно подписывается договор о конфиденциальности, чтобы правда не выплыла наружу.

Не весь ядовитый раствор смешивается с грунтовыми водами. Примерно половина «утилизируется» нефтяными компаниями. Химикаты сливают в котлованы, а для увеличения скорости испарения включают фонтаны.

Таким образом, можно заключить, что сланцевые технологии представляют серьёзную опасность для экосистем, при этом пока есть только краткосрочные наблюдения за сланцевыми производствами. Интенсивность сланцевых технологических процессов настолько велика, что необходимо выполнение специальных исследований по оценке уровня воздействия на природные системы, здоровье человека и определения безопасного удаления сланцевых производств от населённых пунктов.

#### **Литература**

1 Арутюнов Т.В., Арутюнов А.А. Методы и технологии выработки запасов углеводородов из сланцевых месторождений // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2015. – № 1 [Электронный ресурс]

Режим доступа: <http://ntk.kubstu.ru/file/314>

2. Варламов А.И., Афанасенков А.П., Пырьев В.И., Дахнова М.В., Лоджевская М.И., Можегова С.В., Кравченко М.Н. «Основные виды источников нетрадиционных ресурсов УВС и перспективы их освоения» // Всероссийское совещание «Методические проблемы геологоразведочных и научно-исследовательских работ в нефтегазовой отрасли», посвящённое 60-летию образования ФГУП «ВНИГНИ». г. Москва, 16-18 октября 2013 г.

Режим доступа: <http://www.rosnedra.gov.ru/data/Files/File/2566.pdf>

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ЗАВИСИМОСТИ ТЕПЛОЕМОСТИ СЛАНЦА КЕНДЫРЛЫКСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

*Касенов Б.К.<sup>1</sup>, Ермагамбет Б.Т.<sup>2</sup>, Бектурганов Н.С.<sup>3</sup>, Набиев М.А.<sup>4</sup>,  
Касенова Ш.Б.<sup>1</sup>, Сагитаева Ж.И.<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Химико-металлургический институт им. Ж.Абишева, Казахстан, Караганда

<sup>2</sup>ТОО «Институт химии угля и технологий», Казахстан, Астана,

<sup>3</sup>АО «Национальный научно-технологический холдинг «Парасат», Казахстан, Астана

<sup>4</sup>ТОО «Он олжа», Казахстан, Астана

Кендырлыкское месторождение находится на территории Восточно-Казахстанской области. На месторождении установлено три сланцевосных горизонта: нижние сланцы Кендырлыкской свиты (пласты «Калын-Кара» и «Лучший»), средние сланцы карангурской свиты и верхние сланцы сайканской свиты. Общая мощность сланцевых горизонтов более 100 метров, мощность пластов изменяется от 1 до 12

метров, теплота сгорания 4-15 мегаджоулей на килограмм, выход смол 4- 20 процентов [1-3].

В работе [4] разработана технология переработки горючих сланцев Кендырлыкского месторождения.

Целью работы является исследование температурной зависимости теплоемкости сланца Кендырлыкского месторождения.

В аккредитованной лаборатории аналитической химии Химико-металлургического института им. Ж. Абишева был проведен химический анализ сланца. Содержание в %:  $\text{SiO}_2 = 55,24$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 12,05$ ;  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 4,08$ ;  $\text{CaO} = 3,69$ ;  $\text{MgO} = 2,40$ ;  $\text{C} = 6,84$ ;  $\text{S} = 0,786$ . Рентгенофазовый анализ проводили на установке ДРОН – 2,0. Условия съемки:  $\text{CuK}_\alpha$  – излучение, Ni – фильтр,  $U=30\text{кВ}$ ,  $I=10\text{мА}$ , скорость вращения счетчика 2 об/мин, диапазон шкалы 1000имп/с,  $\tau = 5\text{с}$ ,  $2\theta=10^0-90^0$ . Данные рентгенофазового анализа приведены в таблице 1. Результаты рентгенофазового анализа подтверждают данные химического анализа. Анализ рентгенограммы проведен согласно [5].

Таблица 1 – Результаты рентгенофазового анализа сланца Кендырлыкского месторождения

d, Å	J/J <sub>0</sub>	d, Å	J/J <sub>0</sub>
7,56	18	2,56	6
4,50	8	2,46	7
4,74	16	2,13	5
4,04	2	1,98	5
3,78	7	1,82	10
3,2	100	1,67	5
3,17	21	1,54	8
3,03	6	1,37	9

Исследование температурной зависимости теплоемкости сланца Кендырлыкского месторождения в интервале 298,15-473 К проводили на калориметре ИТ-С-400. Предел допускаемой погрешности прибора согласно паспортным данным равен  $\pm 10,0\%$ .

Измерения проводили согласно методике [6, 7] через 25 К. Эталонном для градуировки служил медный образец. При каждой температуре (через 25 К) проводили по пять параллельных опытов и результаты их усреднялись путем определения среднеквадратичного отклонения ( $\bar{\delta}$ ) для удельной теплоемкости. Работу калориметра проверяли по определению стандартной теплоемкости  $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$  и ее опытное значение [76.0 Дж/(моль·К)] удовлетворительно согласуется со справочными данными [79.0 Дж/(моль·К)] в пределах  $\sim 4,0\%$  [7].

Ниже в таблице 2 представлены данные измерения теплоемкости сланца Кендырлыкского месторождения.

Таблица 2 – Экспериментальные значения теплоемкости сланца [ $C_p \pm \bar{\delta}$ , Дж/г]

T, К	$C_p \pm \bar{\delta}$
298,15	0,4228 $\pm$ 0,0143
323	0,7139 $\pm$ 0,0169
348	0,7917 $\pm$ 0,0160
373	0,9695 $\pm$ 0,0118
398	1,3371 $\pm$ 0,0201
423	1,5166 $\pm$ 0,0286
448	1,5803 $\pm$ 0,0205
473	1,7032 $\pm$ 0,0260

Из экспериментальных данных выведено уравнение температурной зависимости теплоемкости, которое в интервале 298,15-473 К описывается следующим полиномом [Дж/(г·К)]:

$$C_p^0 = -(1,797 \pm 0,095) + (7,384 \pm 0,390) \cdot 10^{-3} + (0,017 + 0,0009) \cdot 10^5 T^{-2}$$

Для рассматриваемого интервала температуры при определении погрешности коэффициентов в уравнениях зависимостей  $C_p^0 \sim f(T)$  использовали величину средне квадратичного отклонения.

Таким образом, были проведены химический и рентгенографический анализы сланца Кендырлыкского месторождения. В интервале температур 298,15-473 К измерены теплоемкости, выведены уравнения температурной зависимости теплоемкости сланца Кендырлыкского месторождения. Полученные результаты представляют интерес для физико-химического моделирования процессов с участием сланцев Кендырлыкского месторождения.

#### **Литература**

1. Голицын М.В., Прокофьева Л.М. Горючие сланцы – альтернатива нефти. – М.: Знание, 1990. – 48 с.
2. Котлуков В.А. Огненный камень – горючие сланцы. – СПб.: Знание, 1987. – 32 с.
3. Гинзбург А.И. Атлас петрографических типов горючих сланцев. – М.: Недра, 1991. – 116 с.
4. Ермагамбет Б.Т., Касенова Ж.М., Касенов Б.К. и др. Разработка технологии переработки горючих сланцев Кендырлыкского месторождения // Материалы международной научно-практической конференции «Проблемы и перспективы развития горно-металлургической отрасли «Теория и практика». – Караганда, 17-18.09.2013г. – С. 45-50.
5. X-ray powder data file American Society for Testing Materials (ASTM). – 1972.
6. Платунов Е.С., Буравой С.Е., Курепин В.В. и др. Теплофизические измерения и приборы. – Л.: Машиностроение, 1986. – 256 с.
7. Техническое описание и инструкции по эксплуатации ИТ–С–400. – Актюбинск: Актюбинский завод «Эталон», 1986. – 48 с.
8. Воробьев А.Е., Джимиева Р.Б. Обоснование инновационных технологий шахтной разработки месторождений сланца и высоковязкой нефти. - Владикавказ: СКГТУ, 2008. - 114 с.
9. Воробьев А.Е., Гладуш А.Д., Джимиева Р.Б. Рациональное использование минеральных ресурсов горючих сланцев. М., РУДН. 2011. 152 с.

### **РОЛЬ ВОЛНОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОЦЕССАХ ДЕГАЗАЦИИ НИЗКОПРОНИЦАЕМОГО УГОЛЬНОГО ПЛАСТА**

*Павленко М.В.*

НИТУ МИСиС г. Москва Российская Федерация

В современных условиях при борьбе с газовыделениями в горные выработки из угольного пласта, когда большое развитие получили различные методы дегазации, достигнутые на их основе результаты привели к необходимости создания новых, более эффективных, основанных на создании в угольных пластах значительной степени трещиноватости, обеспечивающей газоотдачу из низкопроницаемого угольного массива.

Принципиально новым таким методом является вибрационное воздействие на угольный массив через скважины. Разработка новой технологии комплексного



воздействия с применением вибровоздействия позволяет синтезировать на его основе новые подходы к решению этой задачи. Это, в свою очередь, обусловило необходимость установить прогностические признаки и выработать научно обоснованные критерии к технологическим параметрам воздействия. Разработка параметров воздействия является актуальной проблемой в плане изучения свойств блочно-трещиноватого газоносного угольного пласта, отработки принципов создания новых технологий активного вибрационного воздействия на угольный массив. Использование в технологии новых технических решений с применением генераторов волновых колебаний показывают, что реализация управляемого вибрационного воздействия на угольные пласты позволила изменить состояние свойств угольного массива и выявила новые подходы по интенсификации газоотдачи из пласта. Применение вибровоздействия на угольный массив как через скважину с дневной поверхности, так и из подземных выработок позволяет создавать принципиально новые способы дегазации, развивать современные технологии их освоения. Преимущества данного метода является меньшая энергоёмкость, доступность используемого оборудования, что позволяют рассматривать эту технологию в части расширения круга задач по изменению свойств угольного массива с целью интенсификации метаноотдачи.

Предложен и разработан ряд технологических решений, позволяющих ускорить процессы трещинообразования в угольном пласте при волновом воздействии для создания нескольких систем трещин, при этом обеспечивается процесс управления глубиной дегазации низкопроницаемого угольного пласта.

Известно, в теоретических схемах, описывающих явление зонального трещинообразования в угольном пласте, где используется гипотеза о наличии и направленности трещин пород в направлении главной системы природной трещиноватости. Хотя эта закономерность описана для отдельных небольших по размеру блоках, до сих пор оставалось невыясненным, каково влияние уровня воздействия внешних механических напряжений на массив угля, приводящих к появлению и увеличению протяженности новых трещин.

Подходя к анализу механизма трещинообразования установлено, что вибрационные процессы и их упругая энергия в угольных пласта от управляемых вибросточников позволила изменить состояние и свойство обрабатываемого угольного массива. Так в процессе экспериментов при вибровоздействии установлено, что при внезапном изменении напряжения отличного от начального значения, структура угля теряет пространственную однородность, инициируется распад в системе «уголь - метан».

Сделан вывод, что техногенные процессы инициируют распад этой системы с переходом метана в свободное состояние. С учетом этого подтверждается вывод о возможности в реальных условиях, изменяя уровни механических напряжений в угольном массиве, приводить его в нестабильное состояние.

Исследования оценки реакции угольного массива на вибрационное воздействия при разных частотах установлено, что существует устойчивая связь между газоотдачей из угольного массива и амплитудно-частотными характеристиками воздействия, определен оптимум частотного воздействия.

Экспериментами проведенными на угольных образцах установлено, что в определенном диапазоне частот 30-40 Гц наблюдается максимальная газоотдача из угля, что объясняется наличием явление резонанса, сопровождающееся образованием новых систем трещин и увеличения метаноотдачи.

В зависимости от соотношения частоты и амплитуды установлена определенная область эффективности вибровоздействия, которая обуславливает переход к состоянию, при котором происходит процесс разделения этой системы. Для оптимального воздействия необходима передача энергии на уголь направленную на

внутреннюю структуру угля, ее перестройку. Именно в этом случае энергия вибрации с максимальной эффективностью приводит к дестабилизации системы «уголь-метан», поскольку вся энергия, выделяющаяся при неупругих колебаниях, идет на высвобождение метана из пористо-трещиноватой угольной массы.

Разработаны экспериментально-технологические и технические основы создания вибровоздействия через скважины в угольном пласте, как с поверхности, так и из подземных выработок, что позволяет создавать условия применения волновых воздействий в динамике, оценки режимов управляемой генерации вибровоздействия в низкопроницаемом угольном пласте, разработке волновой технологии с учетом требуемой степени дегазации.

#### **Литература**

1. Павленко М.В., Воробьев А.Н. Определение собственных частот колебаний пласта (математическая модель). М.: МГГУ ГИАБ. 2010. № 5. - С. 142.
2. Павленко М.В. Дегазационные явления при вибровоздействии в газонасыщенном низкопроницаемом угольном массиве. ГИАБ №3, 2013. - С. 244-247.
3. Павленко М.В. Применение технических средств вибрационной стимуляции движения потоков жидкости в трещиноватой среде угольного пласта. Научно-аналитический и производственный журнал «Горное оборудование и электромеханика» № 10. 2012. - С. 31-35.
4. Вильке В.Г., Павленко М.В. Вибрационное воздействие на угольный пласт через скважину с поверхности. ГИАБ, № 1, 2000, - С. 133-134.
5. Павленко М.В., Десятерик Н.И., Розгон В.Д. Вибрационное воздействие на низкопроницаемый угольный пласт с целью изменение его состояния. ГИАБ, № 8, 2001, -С. 24-26.

### **РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭНДОГЕННОЙ АКТИВНОСТИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ ПУТЕМ КАРТИРОВАНИЯ**

*Ходжаев Р.Р., Габайдуллин Р.И., Асаинов С.Т., Побединская И.В.*  
ОО Научно-инженерный центр «ГеоМарк», г. Караганда, Казахстан

В общенаучной постановке задача прогнозирования поведения объекта заключается в разработке прогностической модели объекта, позволяющей получить информацию о его поведении при некоторых условиях, отличных от предшествующих. Под картированием угольных пластов по эндогенной активности (пожароопасности) понимается обозначение на площадных картах (планах) неотработанных участков шахтных полей зон с определенными числовыми показателями признаков с той или иной степенью опасности возникновения самовозгорания угля в процессе ведения горных работ.

В проблеме обеспечения эндогенной пожаробезопасности в угольных шахтах задача прогнозирования состоит в разработке методов и способов расчета температуры самонагрева угля при ведении очистных работ. Решение этой проблемы [1-4] заключается в разработке математических моделей, позволяющих прогнозировать динамику самонагрева угля в конкретных условиях ведения горных работ и принять необходимые меры для исключения самовозгорания угля.

В условиях ведения горных работ по очистной выемке угля включают в себя, кроме горнотехнических параметров, горногеологических и технологических факторов, физико-химические свойства угля, которые в значительной степени влияют на эндогенную активность и пожароопасность. Именно количественная мера способности угля вступать в реакцию окисления с кислородом рудничного воздуха положена в основу математических моделей самовозгорания угля.

Окончательные выводы о потенциальной эндогенной пожароопасности при отработке пожароопасных пластов можно делать после расчетов температурного поля в выработанном пространстве с учетом всех технологических факторов – темпов подвигания лавы, мощности пластов, величине потерь угля в выработанном пространстве, продолжительности инкубационного периода самовозгорания угля, способов и схем проветривания участка и управления газовыделением и т.д.

Необходимые показатели химической активности (скорость сорбции кислорода углем и температурный коэффициент этой скорости) положены в основу прогноза эндогенной пожароопасности угольных пластов. Известно [5,6], что температурный коэффициент скорости сорбции кислорода углем играет доминирующую роль в динамике самонагрева угля.

Теоретически уравнение теплового баланса при адиабатическом окислении может быть описано выражением

$$\tau \cdot m_y \cdot q \cdot [U + E(T - T_0)] = m_y \cdot C_y \cdot (T - T_0), \quad (1)$$

где  $\tau$  - время процесса окисления, с;

$m_y$  - масса угля, кг;

$q$  - удельное тепловыделение при окислении, Дж/м<sup>3</sup>;

$U$ ,  $E$  - соответственно, кинетическая константа скорости сорбции кислорода углем и температурный коэффициент сорбции;

$T_0$  и  $T$  - соответственно, начальная и текущая температуры угля, °С.

$T = (\tau \cdot q \cdot (U - E \cdot T_0) + C_y \cdot T_0) / (C_y - E \cdot q \cdot \tau)$ ;

$C_y$  - удельная теплоемкость угля, Дж/кг·град.  $C_y = (1,8 \cdot 10^{-8} \cdot (13 + V^r) \cdot (130 + T)) \cdot 4186,6$ .

Для оценки величин критической температуры самонагрева  $T_{кр}$ , численных показателей химической активности ( $U, E$ ) по прогностическим уравнениям зависимости их от координат  $X$  и  $Y$  планируемого участка в пределах шахтопласта принята комбинация линейных и нелинейных членов в уравнении регрессии, общий вид которой:

$$(T_{кр}, U, E) = b_1 \cdot X + b_2 \cdot Y + b_3 \cdot X \cdot Y. \quad (2)$$

Как показывают исследования, показатели химической активности, являясь важным фактором, ввиду значительного разброса не позволяют объективно оценить степень эндогенной пожароопасности. Предлагается использовать коэффициент эндогенной пожароопасности, определяемый по формуле

$$K_{э.п.} = \sqrt{(\mu_{г.г} + \mu_{ф.х}) \frac{\Delta t_{ф.х}}{\Delta t_6}}, \quad (3)$$

где  $\Delta t_{ф.х}$  - скорость нарастания температуры самонагрева угля от воздействия физико-химических факторов, град/час;

$\Delta t_6$  - скорость нарастания начальной температуры самонагрева угля в адиабатических условиях, принятая за базовое значение, град/час.

$\mu_{г.г}, \mu_{ф.х}$  - соответственно, весовые коэффициенты, определяющие долю вклада горногеологических и физико-химических факторов в коэффициент эндогенной пожароопасности. Весовые коэффициенты могут быть определены как относительные частоты возникновения очагов самовозгорания, вычисленные по статистическим данным.

Критерий отнесения исследуемых выемочных участков к определенной степени пожароопасности зависит во многом от имеющихся сведений о случаях самовозгорания угля в условиях конкретной шахты и конкретного угольного пласта. Поскольку величина  $K_{э.п.}$  принимает значения от 0 до 1, его можно принимать как вероятность самовозгорания угля в рассматриваемых условиях.

**Выводы.** На основе выполненных исследований физико-химических свойств углей разработаны принципы прогнозирования эндогенной активности угольных

пластов для картирования по пожароопасности участков шахтных полей Карагандинского бассейна. Полученные прогностические уравнения зависимостей показателей химической активности углей от координат расположения планируемых к отработке лав в пределах шахтопласта положены в основу прогнозирования их эндогенной активности.

В качестве критерия оценки предложен коэффициент эндогенной пожароопасности, рассчитываемый на основе физико-химических свойств и прогнозных значений параметров химической активности углей шахтопластов.

#### **Литература**

1 «Разработка рекомендаций по картированию угольных пластов по зонам эндогенной активности на шахтах УД АО «АрселорМиттал Темиртау», отчет по НИР (промежуточный): ТОО «Научно-инженерный центр «ГеоМарк», Караганда, 2014.

2 Глузберг Е.И. Математическая модель процесса самовозгорания угля//Известия ВУЗов, Горный журнал, 1971. №4.-с.62-66.

3 Метод оценки эндогенной пожароопасности выемочных полей шахт//Каледин Н.В., Шайтан И.А., Зайцева Т.Г./Безопасность труда в промышленности, 1991, №9, с.38-39.

4 Браунли Р. Статистические исследования в производстве. М.: Мир, 1968.

5 Глузберг Е.И. Теоретические основы прогноза и профилактики шахтных эндогенных пожаров. Москва, Недра, 1986, с.159.

6 Бирюков Ю.М., Ходжаев Р.Р., Пименов А.А., Власова Л.В. Проблемы добычи метана из угольных пластов. Калининград: КГТУ, 2008, 310 стр.

### **ПРОХОЖДЕНИЕ ГАЗА ЧЕРЕЗ УЛЬТРАТОНКИЕ ФИЛЬТРУЮЩИЕ СЛОИ**

*Бубенчиков А.М.<sup>1</sup>, Бубенчиков М.А.<sup>4</sup>, Потекаев А.И.<sup>2</sup>, Либин Э.Е.<sup>3</sup>, Худобина Ю.П.<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Национальный исследовательский Томский государственный университет,

<sup>2</sup>Сибирский Физико-технический институт ТГУ,

<sup>3</sup>Научно-исследовательский институт прикладной математики и механики ТГУ, Министерство образования и науки Российской Федерации

<sup>4</sup>ООО «Газпром трансгаз Томск», ОАО «Газпром»

При движении газа сквозь совокупность молекул какой-либо структуры или через нанопоры материала число соударений между молекулами проходящего газа значительно меньше числа ударов о стенки пор. Ситуация становится эквивалентной движению разряженного газа в крупных каналах или движению отдельных молекул в стесненном пространстве. Поэтому в этих условиях градиенты параметров состояния газа (концентрации, давления и температуры) не имеют никакого значения. Определяющими становятся силовые поля межмолекулярного взаимодействия (поля ван-дер-ваальсовских сил). Эти поля задаются классическим потенциалом Леннарда-Джонса, параметры которого затабулированы для многих веществ.  $LJ$ -потенциал определяет парные взаимодействия молекул и атомов.

Взаимодействие же отдельной молекулы с множеством молекул окружения, составляющих структуру фильтрующего слоя, может быть либо просуммировано, либо проинтегрировано. Так как отдельные наночастицы, входящие в слой, могут содержать до миллиона молекул и более, а самих таких частиц может быть тоже достаточно много, то спасительным в этой ситуации оказывается как раз интегрирование. Но  $LJ$ -потенциал парного взаимодействия имеет неинтегрируемую особенность в нуле. В работе [1] представлена модификация  $LJ$ -потенциала, имеющая такой же ход стремления к бесконечности (при  $r \rightarrow 0$ ), как у потенциалов Ньютона и Кулона.

В этой работе проведено интегрирование по бесконечному ультратонкому слою (с однородным распределением молекул в слое) и найден потенциал интегрального взаимодействия слоя с отдельной молекулой фильтруемого вещества, то есть определен энергетический барьер слоя. Далее, используя формализм Гамильтона-Якоби и уравнение сплошности для проходящего через слой газового компонента, получено уравнение Шредингера, описывающее волновой механизм проникновения вещества через область, обладающую барьером уже найденной величины. Таким образом определяется коэффициент прохождения фильтруемого компонента.

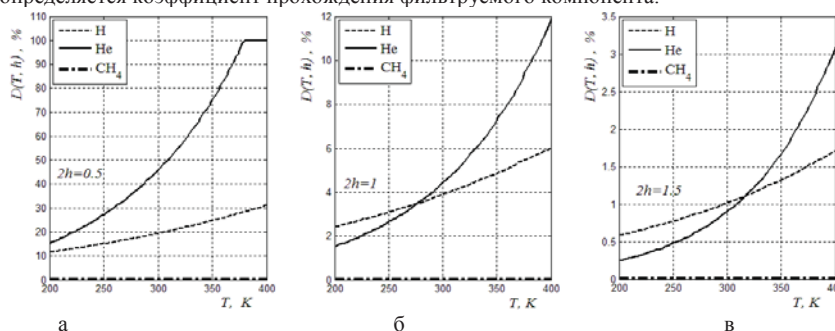


Рис. 1. Зависимость коэффициента проницаемости от температуры  $T$  при различной толщине ( $2h$ ) слоя, заполненного силовыми центрами-источниками поля: а -  $2h=0.5$ , б -  $2h=1.0$ , в -  $2h=1.5$

На рис. 1 представлены результаты расчетов селективной работы фильтрующего слоя в отношении гелия и метана.

Расчет проведен в безразмерных переменных. Теоретический результат, представленный здесь, показывает, что любой более или менее однородный материал, который не изменяет своей структуры при уменьшении толщины слоя, при определенной величине энергии взаимодействия пробной молекулы и слоя (которая зависит в конечном счете от толщины слоя, сортов молекул или атомов, составляющих слой, и их концентраций в используемом материале) будет обладать дифференциальной проницаемостью в отношении различных компонент исходной смеси.

В практической работе по созданию технологии разделения требуется высокая степень разделения.

Достаточно однородную молекулярную структуру можно получить в металлических пленках с помощью напыления, и еще более однородную – с помощью CVD-технологий, то есть посредством осаждения из паровой фазы. Расчеты показывают, что необходимая селективность достигается при толщине мембраны от 10 до 100 нм.

Существуют еще более тонкие пленки, а именно графеновые листы, имеющие толщину в один атом углерода.

Однако межатомные расстояния и энергия взаимодействия с этой углеродной структурой таковы, что в исходном состоянии эти пленки не пропускают гелий. Требуется однородная перфорация, которую можно получить с помощью ионных пучков либо посредством модификации графенового листа в процессе его получения.

В последнем случае перфорация может быть выполнена каким-либо химическим способом, не нарушающим углеродной основы модифицированной пленки.

Расчеты проницаемости графеновой пленки, работающей как сепаратор, представлены в статье [2].

### Литература

1. А.М. Бубенчиков, М.А. Бубенчиков, А.И. Потекаев, Э.Е. Либин, Ю.П. Худобина Потенциальное поле углеродных тел как основа сорбционных свойств барьерных газовых систем // Известия ВУЗов. Физика. – 2015. – Т. 58, № 7. – С.67-72.
2. Бубенчиков А.М., Бубенчиков М.А., Потекаев А.И., Либин Э.Е., Худобина Ю.П. Тонкая пленка как сепаратор легких газов // Известия вузов. Физика. – 2014. – Т. 57, № 8. – С. 109-113.

## ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ПРОЦЕССА ГАЗИФИКАЦИИ УГЛЯ

*Яркова Т.А., Гюльмалиев А.М.*

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского»

ФГБУН Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева РАН

Газификация является перспективной и актуальной технологией переработки угля для получения синтез-газа, который возможно использовать в дальнейшем в процессе Фишера-Тропша или в качестве топливного газа. Газификация угля позволяет глубоко использовать его энергохимический потенциал и является более управляемым процессом для получения целевого продукта, чем, например, прямая гидрогенизация угля. Использование современного программного компьютерного обеспечения позволяет вычислять равновесный состав продуктов газификации в широком интервале температур и давлений. На примере бурого угля месторождения «Киякты» (Казахстан) [1, 2] методами химической термодинамики исследовалось влияние различных химических добавок ( $H_2O$ ,  $CO_2$  и  $CH_4$ ), подаваемых в процесс газификации в составе окислителя-воздуха на равновесный состав продуктов газификации. Количество окислителя – воздуха при коэффициенте дутья  $\alpha$  вычислялось через число грамм-атомов элементов по формуле:

$$\begin{aligned} [O_{дуг}] &= \alpha(2[C] + 0.5[H] - [O_{орг}]), \\ [N_{дуг}] &= 3.84[O_{дуг}] + [N_{орг}]. \end{aligned}$$

где  $[O_{орг}]$ ,  $[N_{орг}]$  – число грамм-атомов кислорода и азота соответственно в органической массе угля;  $[O_{дуг}]$ ,  $[N_{дуг}]$  – необходимое количество грамм-атомов кислорода и азота соответственно в составе воздуха.

Равновесный состав продуктов газификации определялся из минимума полной энергии Гиббса системы (при соблюдении определенных условий) [3]:

$$\delta G(T, P, p_1, p_2, \dots, p_m) = 0,$$

где  $T$  – температура,  $P$  – общее давление, являющееся суммой парциальных давлений компонентов в газовой фазе,  $m$  – общее число компонентов.

Преимущество применяемого термодинамического метода заключается в том, что равновесный состав системы, состоящей из множественных компонентов и фаз определяются из единой системы уравнений одновременно, что позволяет избежать этапа составления уравнений химических реакций между компонентами, и дает возможность включить в расчетную схему широкий перечень соединений, образование которых в равновесном составе предполагается вероятным.

Расчеты равновесного состава продуктов газификации проводились при фиксированном давлении ( $P = 0.1$  Мпа), а температура варьировалась в интервале от 25 до 1400°C. В зависимости от состава сырья рассматривалось пять вариантов газификации, которые различаются составом исходной смеси и соотношением  $CO:H_2$  в полученном синтез-газе.

По результатам проведенных термодинамических расчетов равновесного состава газификации угля установлено, что элементный состав угля, состав дутья, температура

и давление влияют на состав полученного синтез-газа. Изменение данных параметров в определенных направлениях дает возможность получить технологический газ различного состава, который может находить применение как сырье для процесса Фишера-Тропша или для использования на котельных установках. Состав продуктов газификации можно изменять в нужном направлении с помощью различных добавок в реакционную среду. Например, добавление воды позволяет полностью переводить углерод из твердой в газовую фазу; диоксида углерода - увеличить соотношение CO:H<sub>2</sub>; метана - уменьшить соотношение CO:H<sub>2</sub>.

#### **Литература**

1. Ешова Ж.Т., Каирбеков Ж.К., Мусабеков К.Б. // Вестник Казахского национального университета им. Аль-Фараби. 2006. №4(44), С.253.
2. Каирбеков Ж., М.Т. Токтамысов, Н. Жалгасулы, Ж.Т. Ешова. Комплексная переработка бурых углей Центрального Казахстана: монография. Алматы: Казак университеті, 2014. 278 с.
3. Гюльмалиев А.М., Головин Г.С., Гладун Т.Г. Теоретические основы химии угля. М.: Изд-во МГУ, 2003. 556 с.

### **КРИТЕРИЙ ОЦЕНКИ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА С ПРИМЕНЕНИЕМ КОМПЛЕКСНОЙ РАЗРАБОТКИ СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ**

*Арипова Л.Т.*

Ташкентский государственный технический университет МВССО РУз

При проектировании горнодобывающих предприятий предъявляются высокие требования в вопросах комплексного и экономически целесообразного извлечения из недр основных и сопутствующих ресурсов, использования содержащих в них компонентов и утилизации отходов.

Проблема комплексности охватывает четыре крупных раздела использования сырьевых ресурсов: освоение месторождения; извлечение основных и сопутствующих полезных компонентов; утилизация отходов производства и последующее использование месторождений, отходов и сопутствующих ресурсов.

Минеральные ресурсы, добываемые из недр, подразделяются на группы: главные (основные), сопутствующие и попутно извлекаемые. К первой группе относятся ресурсы, являющиеся основной целью разработки горнодобывающего предприятия.

Ресурсы, входящие в состав добытого минерального сырья, отделение которых на стадии добычи технически невозможно или экономически нецелесообразно, относятся ко второй группе. Ресурсы, вынужденно извлекаемые из недр в процессе добычи основного сырья, относятся к третьей группе. Как правило, они складируются на поверхности, образуя отходы, оказывающие отрицательное влияние на окружающую среду. Данные ресурсы могут представлять собой значительную ценность для других производств.

Горно-геологические данные о массивах горных пород, позволяют установить экономическую целесообразность использования объекта исследований, как месторождения полезных ископаемых.

При этом от комплексности и объема исследований, зависят полнота оценки запасов полезных ископаемых, выявление наличия основных и сопутствующих сырьевых ресурсов и характера их распределения в массиве по качественно-количественным признакам. Полученные данные, служат основой при проектировании горнодобывающих предприятий, выборе технологий комплексного использования сырья, установлении способов подготовки пород к выемке, методов их обработки и переработки отходов производства.

Включение в проект применение прогрессивных технологических решений, обеспечивающих комплексное использование ресурсов и отходов производства, при минимальных затратах на их подготовку и выпуск продукции, является главной задачей проектирования.

Первым этапом производства нерудных строительных материалов является изучения объекта разработок, горно-геологические исследования, затем проектирование горно-добычного производства, промышленная разработка месторождения, обработка сырья и выпуск продукции, переработка сырья, отходов и выпуск продукции и на последнем этапе рекультивация нарушенных земель.

Целью горно-геологических работ, является поиск, изучение и выявление сырьевых ресурсов в исследуемых массивах горных пород, установление их потенциальной ценности и народно-хозяйственного значения.

При положительных результатах горно-геологических исследований, приступают к проектированию горнодобывающих производств. Уделяя первоочередное значение решению вопросов полноты использования запасов и отходов, и экономической оценке эффективности производства горно-добычных работ. Важно включение в проект, применение современных машин и механизмов и технологических схем разработки горных пород, обеспечивающих интенсификацию работ и сохранность продукции, устанавливаемую требованиями ГОСТ.

Разработка месторождений нерудных полезных ископаемых осуществляется предприятиями камнедобывающей отрасли промышленности. В их задачу входят, поддержание проектной мощности карьера по основным показателям производства, включая обеспечение комплексной разработки запасов полезных ископаемых и качественно-количественных характеристик добытого сырья.

Обработка добытого, горно-добычными предприятиями сырья и выпуск разнообразной продукции из них, осуществляется предприятиями обрабатывающих отраслей промышленности.

Переработка сырья и отходов горно-добычных и обрабатывающих производств и выпуск разнообразных материалов из них, осуществляется предприятиями перерабатывающих отраслей промышленности.

Завершающим этапом разработки месторождения, является рекультивация нарушенных горными работами земель, проведение которых может осуществляться, как в процессе производства горных работ, так и после их завершения. В задачу данного этапа работ входит обеспечение возможно более полного использования отходов горных работ, для выпуска дополнительной продукции или их использования в смежных производствах. Варианты использования месторождения после его выработки и отходов производства, зависят от экономической целесообразности и выгоды, которая может быть получена от проведения указанных работ.

Как следует из выше изложенного, горно-геологические исследования земельных участков выделенных как перспективные, в плане наличия в них полезных ископаемых, являясь важным этапом оценки массивов горных пород, определяют целесообразность освоения месторождения и выбор комплексов оборудования всех этапов горного производства.

При этом от полноты горно-геологических данных исследуемого объекта, зависят выбор способов подготовки пород к выемке и обоснование параметров технологий разработки месторождения и выпуска продукции.

В данном случае важно, выделить главные характеристики горного массива и установить критерии ее оценки, которые в последующем выступают в качестве определяющих граничных значений, при расчете параметров технологических процессов в цепочке карьер-конечная продукция.

#### **Литература**

1. Барский А.А., Фазылов С.С., Джаббаров М.Н. Вопросы малоотходной



технологии на карьерах облицовочного камня Узбекистана. В сб. МДНТП.- Москва. 1987.с.61 -66.

2. Джаббаров М.Н., Петросов Ю.Э. Разработка методики полноты освоения георесурсов месторождений облицовочного камня на базе экономика – математического моделирования процессов добычного и перерабатывающего цикла. Вестник ТашГТУ.-Ташкент., 2008. № 4. с. 127-137.

#### **APPLICATION OF BIOGROUTING IN MINING ENGINEERING (CASE STUDY: SILICA SAND MINES, ZANJAN PROVINCE, IRAN)**

*Ramin Doostmohammadi*

Department of Mining Engineering, University of Zanjan, Zanjan, Iran

##### **Abstract**

Grouts are used in a wide variety of construction projects ranging from new construction to rehabilitation. They are predominantly used to stabilize soil and control water in civil projects including earthen dams, levees, mines, tunnels, subways, vertical shafts, below-ground structures or waste encapsulation. Grouts are also used extensively in the rehabilitation of deteriorating sanitary sewer infrastructures, concrete dams or below-grade structures. Controlling the pollution emissions in mining industries is one of the most important applications of grouting. They can be generally categorized into either a cement or chemical grout. Within each family, there are primary grout subtypes. Within the cement grout family, ordinary Portland cement and ultrafine cements define these subtypes. The chemical grout family includes sodium silicate, acrylic gels, and polyurethane expansive foams. Cement grouts are not able to go through narrow voids due to coarse particles inside and chemical grouts are not adaptable with environment. BioGrout is a new soil improvement method based on microbiologically induced precipitation of calcium carbonate. Bacteria, which are able to convert urea into ammonium and carbonate, are injected in the soil, followed by a solution containing urea and calcium chloride. The produced carbonate precipitates with calcium. The calcium carbonate crystals form bridges between the sand grains, which increases the strength of the sand mass. The remaining ammonium chloride is extracted. This paper tries to introduce the biogROUT as an environmental compatible method with a higher conductivity. It has been examined on silica sand samples gathered from related mines in Zanjan Province, Iran. It can prevent the dust diffusion and related problems. This method can control the mentioned pollutions with an acceptable efficiency.

**Keywords:** Mining, BiogROUTing, Cement grouting, Chemical grouting, pollution controlling.

#### **АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИИ ПРОВЕДЕНИЯ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК НА ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

*Акбаров Т.Г., Тоштемуров У.Т.*

Ташкентский государственный технический университет, Узбекистан

Анализ технологии проведения горных выработок целесообразно начать с выбора технологических процессов с учетом конкретных горно-технических условий. Проходческие работы имеют большой удельный вес в общем балансе горных работ. Для своевременной подготовки запасов руды к добыче требуется высокая скорость проведения выработок и механизация проходческих работ. В среднем горно-проходческие работы занимают от общей трудоемкости добычи 40-45 %, а операция

бурения шпуров занимает 30-35 %. Вопросы исследования действия зарядов ВВ в шпурах проходческих забоев и взрывного разрушения пород при проходке выработок посвящены многие работы, где обстоятельно рассмотрены применяемые на практике врубы, схемы расположения шпуров в забое, их количество, расчет зарядов и организация работ.

Физическая модель механизма разрушения пород взрывом заряда ВВ изложены в исследованиях, с учетом характеристик действующих сил и возникающих напряжений. В работы рассмотрены вопросы эффективности буровзрывных работ при проведении выработок и отмечается, что основными факторами, влияющими на скорость проведения выработок являются параметры шпуров, схемы их расположения, величина заряда ВВ, тип вруба, очередность взрывания шпуров и организация работ. Результаты исследований динамики взрыва в скальных породах в виде уравнений движений среды приведены в других исследованиях.

На основе проведенных исследований методом математического описания целесообразной степени заполнения шпуров взрывчатым веществом выявлено, что при увеличении длины заряда ВВ увеличивается радиус разрушения породы. Отмечается также, что имеется оптимальная величина длины заряда, по достижении которой величина радиуса остается постоянной [1].

Она равна  $0,7 \pm 0,75$  длины шпура.

Результаты обобщения производственного опыта по определению числа шпуров в проходческом забое, показали, что искомая величина определяется без учета конкретных схем их расположения, величины заряда, диаметра и глубины шпуров, а также качества применяемого ВВ.

Изложенные результаты исследований работы заряда ВВ при проходке горных выработок, основанные на применявшихся ранее в горной промышленности типах взрывчатых веществ, методов их инициирования, а также имевшегося в наличии в то время горной техники для бурения шпуров и уборки взорванной горной массы, не в полной мере соответствуют настоящему положению, когда рудники оснащены эффективной самоходной погрузочно-доставочной и буровой техникой, а также получивших широкое распространение россыпных ВВ.

Конструкция и качество выполнения врубов являются факторами, определяющими успех горнопроходческих работ.

Все многообразие конструкции врубов можно разделить на две группы:

1. **наклонные** (клиновые, пирамидальный) врубы, выполненные из шпуров, пробуренных наклонно к плоскости забоя;

2. **прямые** (призматические, щелевые, секционные и др.) врубы, выполненные из шпуров, пробуренных перпендикулярно плоскости забоя.

При наклонных врубах их глубина, а, следовательно, и продвижение забоя за один цикл зависят от величины угла наклона шпуров к плоскости забоя. Величина угла наклона, в свою очередь, зависит от свойств горных пород и от размеров поперечного сечения выработки, потому что комплект буровых штанг при бурении ограничивается шириной или высотой последней.

Прямые врубы создаются комплектом шпуров, пробуренных перпендикулярно плоскости забоя. Поэтому их параметры не зависят от размеров поперечного сечения выработки.

Конструкции прямых врубов весьма разнообразны. Из них наиболее эффективным является призматический, состоящий из центрального шпура и окружающих его трех-пяти шпуров параллельных центральному.

При этом взрывание врубовых шпуров может производиться двояко: вначале взрывается заряд центрального шпура, который разрушает окружающую его породу, а затем взрываются остальные шпуры, которые окончательно выполняют вруб, или центральный шпур бурится увеличенного диаметра и не заряжается, а его поверхность

служит дополнительной обнаженной плоскостью для остальных врубовых шпуров, которые взрываются поочередно.

Таблица 1

Параметры БВР при проходке горных выработок с применением самоходного оборудования (тип вруба – призматический)

Значение параметров БВР								
Предприятие	Коэффициент Крепости пород, <i>f</i>	Площадь сечения забоя, м <sup>2</sup>	Глубина шпуров, м	Диаметр шпуров, мм	Тип ВВ	Вместимость ВВ шпуре, кг	ЛНС отбойных шпуров, м	КИШ
	8-10	9,0	2,2	42	Nobelit-216Z	2,1	0,75	0,85
Зармитанский рудник	10-12	13,8	2,2	42	Nobelit-216Z	2,1	0,70	0,85
	14-16	19,2	2,6	42	Nobelit-216Z	2,8	0,65	0,85
Гужумсайский рудник	6-8	6,5	2,0	42	Nobelit-216Z	2,0	0,85	0,80
	8-12	10,5	2,6	42	Nobelit-216Z	2,4	0,80	0,75
	10	20	3,0	42	Nobelit-216Z	3,0	0,75	0,83
Каракутанский рудник	10-12	10,5	2,4	42	Nobelit-216Z	3,0	0,70	0,80
	12-14	12,6	2,6	42	Nobelit-216Z	3,0	0,65	0,80

После образования врубовой полости бурятся вспомогательные шпуры в таком порядке, чтобы ЛНС каждого шпура была нормальна к середине плоскости обнажения, а ее величина не превышала 0,7 длины боковой плоскости обнажения. Затем бурятся отбойные шпуры на такой же ЛНС. Оконтуривающие шпуры окончательно оконтуривают профиль выработки. Расстояние между ними по периметру не должно превышать 1,0÷1,2 м.

Коэффициент заполнения шпуров зарядом ВВ для пород средней крепости и выше рекомендуется применять: для врубовых шпуров - 0,75÷0,8; для отбойных шпуров - 0,70÷0,75; для оконтуривающих шпуров - 0,6÷0,7. Параметры БВР по данным практики приведены в таблице -1, из которой следует, что коэффициент использования шпуров не превышает 0,85 даже при призматическом врубе [2].

Сечения горных выработок, проходимых с использованием самоходного бурового и погрузочно-доставочного оборудования, паспорта буровзрывных работ, удельные расходы бурения и взрывчатых материалов принимаются в соответствии с нормативными документами, которые действуют на территории РУз до сего времени.

Устойчивость детонации патронированных ВВ и результат взрыва зависят от массы боевика. Рекомендуется при глубине шпуров до 3 м применять два патрона, а при глубине шпуров более 3 м - три патрона ВВ с обратным их инициированием.

#### Литература

1. Покровский Н.М. Проведение горных выработок, М., «Недра», 1984. - 272 с.
2. Типовые паспорта буровзрывных работ при проведении горных выработок с применением самоходного оборудования на рудниках цветной металлургии. 2006. – 182 с.

## ГОРНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ БАТКЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

*Воробьев А.Е., Ибройева Л.*  
 РУДН, г. Москва, Россия

Минерально-сырьевая база горнорудной промышленности Баткенской области (рис. 1) была и пока еще во многом остается ориентированной на развитие преимущественно крупных горнодобывающих и перерабатывающих предприятий, и представлена разведанными и даже в большинстве случаев уже предварительно оцененными, значительными запасами определенных видов полезных ископаемых (прежде всего – ртутью, сурьмой и золотом).

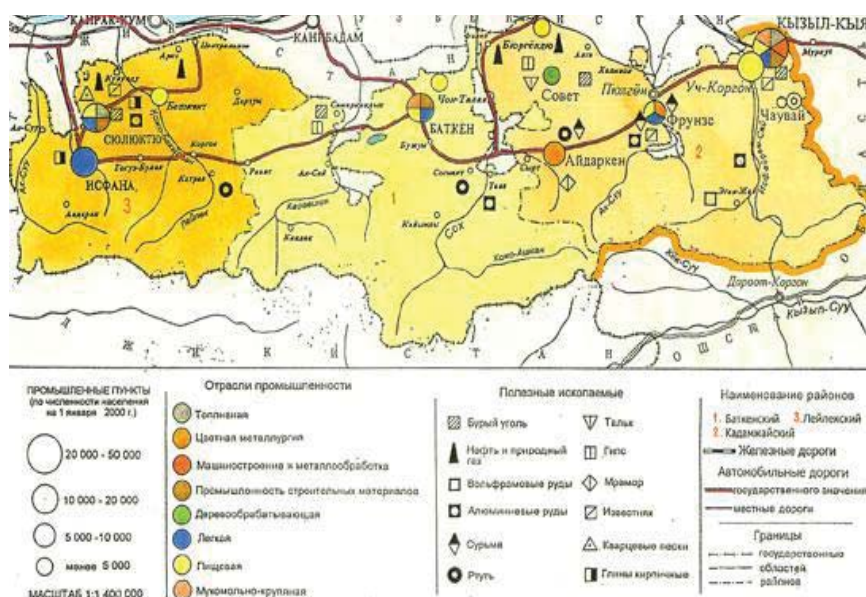


Рис. 1. Карта рудных месторождений Баткенской области

В частности, сырьевая база ртути представлена разведанными запасами ртутных и ртутно-сурьмяно-флюоритовых руд месторождений "Хайдаркан", "Новое" и "Беш-Бурхан", с утвержденными запасами в количестве 40 млн. т.

Полиметаллическое месторождение Джилису находится в высокогорной части северного склона Туркестанского хребта в бассейне р. Джилису (на высотах 3000-3500 м). Район залегания этого месторождения довольно труднодоступный. Ближайшая автодорога и небольшие поселки находятся на расстоянии 45 км к западу от данного месторождения в долине р. Сох.

Геолого-промышленный тип оруденения на месторождении представляет собой секущие крутопадающие минерализованные зоны и жилы. Состав руд многокомпонентный (медь, свинец, цинк и серебро).

Протяженность минерализованной зоны достигает 4 км (при средней мощности 8.7 м). Размеры наиболее изученного фрагмента 1200×8.7×400 м. Содержания свинца колеблются в пределах 0.07–22.96 %, меди 0.95–3.24 %, цинка 0.9 %, золота до 0.9 г/т и серебра 69.9 г/т.

Суммарный потенциал серебряносодержащих свинцово-цинковых руд по Баткенской области: Свинец - 1 млн. 61 тыс. т, цинк – 278.7 тыс. т, серебро – 1938.0 т.

В настоящее время в Баткенской области зарегистрировано 25 разномасштабных золоторудных объектов, из них 4 – средних по запасам месторождения (Алтын-Джилга, Ничкесу, Чакуш и Канызак), 13 мелких месторождений (Апрельское, Арасанг, Гавиан, Джумасу, Дуваташ, Куганды, Сухое озеро, Южное, Чонкимисдыкты и другие).

Все золоторудные месторождения Баткенской области сосредоточены на северном склоне Туркестанского хребта в широтной полосе от р. Сох до рек Каравшин и Ляйляк (на высотах 1500-4000 м над уровнем моря) в пределах Туркестанского сектора Туркестано-Алайского золоторудного пояса, в экономически хорошо освоенном районе.

Обычные размеры золотоносных жил составляют 20-300-500 м × 0.1-7 м (максимально 15.7 м), рудоносных зон – 25-600 м × 1.0-4.6 м (макс. 25 м), содержащих золото-скарновых тел 0-35-400 м × 2.5-17-60 м, а минерализованных даек – 900×7.25×450 м.

В большинстве своем эти руды рядовые (содержание золота 3-7 г/т) и богатые (7-11.6 г/т – Апрельское, Гавиан, Нау-М, Южное и др.). Степень изученности золоторудных месторождений еще довольно невысокая.

#### **Литература**

1. Экономическая и инфраструктурная оценка // Обзор возможностей для альтернативного развития и потенциала для осуществления мер восстановления окружающей среды в районе Хайдаркана, Кыргызстан. Кыргызская Горная Ассоциация. Бишкек – Женева. 2009. 63 с.
2. Воробьев А.Е., Дьяченко В.В., Вильчинская О.В., Корчагина А.В. Основы природопользования: экологические, экономические и правовые аспекты. Учебное пособие. – Ростов-на-Дону: Феникс (Высшее образование), 2006. – 544 с.
3. Воробьев А.Е., Каргинов К.Г., Чекушина Т.В. Подземная геотехнология полиметаллических руд (на примере месторождений Северо-Кавказского региона) // Материалы Международного симпозиума «Геотехнология: нетрадиционные способы освоения месторождений полезных ископаемых». – М.: Изд-во РУДН, 2003. – С. 75-80.
4. Воробьев А.Е., Побыванец В.С., Ашихмин А.А., Чекушина Т.В. Разработка имитационной модели динамики инвестиции в получение полиметаллов // Материалы III Международной конференции «Ресурсовоспроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр» (Москва-Бишкек). – М.: Изд-во РУДН, 2004. – С. 195-198.
5. Воробьев А.Е., Чекушина Т.В. Интенсификация процессов шахтного подземного выщелачивания полиметаллической руды // Материалы Международного совещания «Современные проблемы комплексной переработки природного и техногенного минерального сырья (Плаксинские чтения 2005)». – С.Пб.: Роза мира, 2005. – С. 330-333.
6. Воробьев А.Е., Янковский А.В. Динамика и распределение месторождений золотосодержащего минерального сырья в мире и по территории России // Материалы II Международной конференции «Стратегия развития минерально-сырьевого комплекса XXI века». – М.: Изд-во РУДН, 2006. – С. 145-149.
7. Киприянов Н.А., Воробьев А.Е. Мировые лидеры золотодобывающей отрасли: ЮАР, США и Россия // Материалы II Международной конференции «Стратегия развития минерально-сырьевого комплекса XXI века». – М.: Изд-во РУДН, 2006. – С. 15– 18.

**ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗРУШЕНИЯ МАССИВА  
РАЗНОПРОЧНЫХ ГОРНЫХ ПОРОД ЗАРЯДАМИ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ С  
КУМУЛЯТИВНЫМ ЭФФЕКТОМ**

*Норов Ю.Д.<sup>1</sup>, Бунин Ж.В.<sup>2</sup>, Нутфуллаев Г.С.<sup>2</sup>, Заиров Ш.Ш.<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Навоийский горно-металлургический комбинат, г. Навои, Республика Узбекистан

<sup>2</sup>Российский государственный геологоразведочный университет им. Серго  
Орджоникидзе (МГРИ-РГГРУ), г. Москва, Российская Федерация

<sup>3</sup>Навоийский государственный горный институт, г. Навои, Республика Узбекистан

Проведены теоретические исследования действия рассредоточенных и укороченных скважинных зарядов с кумулятивным эффектом в массиве разнопрочных горных пород. Изучена гидродинамическая теория кумуляции заряда ВВ.

Исследования позволили установить зависимость изменения угла схлопывания кумулятивной облицовки в зависимости от радиуса конуса, его высоты, начальной скорости и скорости кумулятивной струи, а также времени схлопывания и толщины облицовки.

Установлены зависимости изменения угла схлопывания кумулятивной облицовки в зависимости от радиуса и высоты конуса, начальной скорости, скорости и времени схлопывания кумулятивной струи, а также толщины конуса.

Разработана формула определения угла схлопывания конусной облицовки:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{r_k}{h_k} - \frac{v_{\text{нач}}}{h_k} \left( \frac{r_{k0} - vt}{v} \right), \quad (1)$$

где  $r_k$  – радиус конуса, мм;  $h_k$  – высота конуса, мм;  $v_{\text{нач}}$  – начальная скорость кумулятивной струи, км/с;  $v$  – скорость кумулятивной струи, км/с;  $t$  – время схлопывания, мс;  $r_{k0}$  – радиус конуса с учетом толщины облицовки, мм.

Анализ показал, что угол схлопывания кумулятивной облицовки возрастает при увеличении его радиуса, начальной скорости, времени схлопывания кумулятивной струи и уменьшается при увеличении высоты и толщины конусной облицовки.

На основании теоретических исследований и расчёта параметров кумулятивных зарядов ВВ при дроблении крепких пропластков разработана формула определения радиуса действия укороченного скважинного заряда ВВ с кумулятивным эффектом в массиве разнопрочных горных пород:

$$r_k = \sqrt{\frac{4m_{\text{вв}}}{l_{\text{пр}} \rho_c}}, \quad (2)$$

где  $m_{\text{вв}}$  – масса ВВ в укороченном скважинном заряде с кумулятивным эффектом;  $l_{\text{пр}}$  – глубина проникания кумулятивной струи;  $\rho_c$  – плотность струи.

Исследованиями установлено, что с увеличением массы заряда ВВ в укороченной скважине с кумулятивной облицовкой радиус действия укороченного скважинного заряда ВВ с кумулятивным эффектом возрастает, а с увеличением глубины проникания и плотности кумулятивной струи – уменьшается.

При встрече кумулятивной струи с крепким пропластком возникает давление торможения, в связи с чем применена модель, основанная на теории соударения двух тел.

На основе решения уравнений механики сплошной среды определена глубина пробития кумулятивной струи в зависимости от длины струи, равной длине образующей конуса кумулятивной выемки, ее плотности и плотности крепкого пропластка, а также относительной сжимаемости крепкого пропластка и материала струи:

$$l_{np} = l \sqrt{\frac{\rho_c}{\rho_n} k_{сжк}}, \quad (3)$$

где  $l$  – длина струи, равная длине образующей конуса кумулятивной выемки, м;  $\rho_c$  – плотность материала струи, т/м<sup>3</sup>;  $\rho_n$  – плотность крепкого пропластка, т/м<sup>3</sup>;  $k_{сжк}$  – коэффициент сжимаемости крепкого пропластка, зависящая от ее относительной сжимаемости и относительной сжимаемости материала струи.

Исследованиями установлено, что в массиве разнопрочных горных пород с увеличением длины кумулятивной струи, плотности материала и относительной сжимаемости крепкого пропластка глубина проникания увеличивается, а с увеличением плотности крепкого пропластка и относительной сжимаемости материала струи глубина проникания кумулятивной струи уменьшается.

Проведено численное моделирование действия укороченного заряда с кумулятивным эффектом в массиве разнопрочных горных пород в двумерной постановке с использованием Эйлера и совместного Эйлера-Лагранжева конечно-разностных алгоритмов. Для описания поведения взаимодействующих материалов использовалась идеальная упругопластическая модель среды. Анализировалась динамика формирования кумулятивной струи и конечные профили каверн в крепком пропластке различной мощности, расположенных на различных расстояниях от основания кумулятивного заряда. При этом рассматривалась многослойность массива.

Определены потенциальные возможности и изучены физические особенности функционирования кумулятивного заряда на различных фокусных расстояниях по крепкому пропластку конечной мощности, а также проведено сравнение результатов расчета с экспериментальными данными.

Исследовано распределение напряжений вокруг укороченного заряда с кумулятивным эффектом в массиве разнопрочных горных пород, в результате которого установлено, что уменьшение свободной поверхности ведет к увеличению площади отбитой части крепкого пропластка до определенного предела, за которым дальнейшее увеличение длины скважины не ведет к увеличению площади и приводит к резкому понижению максимальных напряжений.

Таким образом, разработаны теоретические основы повышения эффективности взрывания массива разнопрочных горных пород взрывами скважинных зарядов ВВ путем управления дроблением горных пород по высоте уступа с применением укороченных скважинных зарядов с кумулятивным эффектом.

## **ОБОСНОВАНИЕ БЕЗОПАСНЫХ ПАРАМЕТРОВ КАМЕР ПРИ ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКЕ ПРИПОВЕРХНОСТНЫХ ЗАПАСОВ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОД ОХРАНЯЕМЫМИ ОБЪЕКТАМИ**

*Воробьев А.Е.<sup>1</sup>, Ляшенко В.И.<sup>2</sup>, Пухальский В.Н.<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Российский университет дружбы народов, г. Москва, Российская Федерация

<sup>2</sup>ГП «УкрНИПИИпромтехнологии», г. Желтые Воды, Украина

<sup>3</sup>ГП «ВостГ ОК», г. Желтые Воды, Украина

Подземная разработка сложноструктурных месторождений характеризуется сокращением рудных площадей, снижением содержания металла в руде, ухудшением горно-геологических и горнотехнических условий при дефиците технических и материальных ресурсов и усилением факторов экологии, повышением требований к безопасности жизнедеятельности человека в зоне влияния горных работ. Эффективность разработки таких месторождений во многом зависит от обоснования безопасных геометрических и технологических параметров камерной системы с

закладкой выработанного пространства твердеющими смесями [1-4]. Поэтому обоснование безопасных параметров камер при подземной разработке приповерхностных запасов месторождения под охраняемыми объектами (водные объекты и жилая застройка), обеспечивающих повышение безопасности подземной разработки сложноструктурных месторождений с учетом сохранности земной поверхности и охраняемых объектов в зоне влияния горных работ – важная научная, практическая и социальная задача, требующая неотлагательного решения.

Решение поставленных задач авторы осуществляли комплексным методом, включающим теоретические обобщения и анализ достижений науки и техники в области устойчивости конструктивных элементов систем разработки в условиях, приближенных к особенностям сложноструктурных месторождений; аналитические и экспериментальные исследования в лабораторных и натуральных условиях; статистическую обработку результатов исследований с использованием современных средств; технико-экономический анализ разработанных рекомендаций и их внедрение в горное производство.

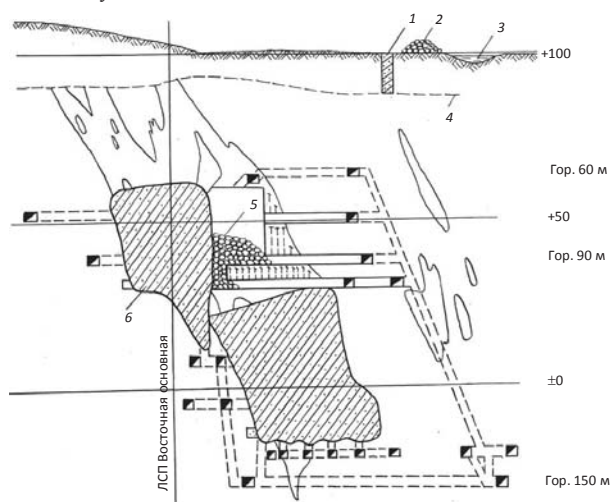
*Влияние глубины отработки на устойчивость горизонтальных обнажений в очистных камерах.* Для условий разрабатываемых сложноструктурных месторождений под охраняемыми объектами наиболее целесообразной количественной оценкой прочностных свойств массивов горных пород при проектном определении устойчивости конструктивных элементов систем разработки является оценка, основанная на применении интегральных характеристик горно-геологических свойств. Согласно определению, эквивалентный пролет – это «пролет такой выработки, которая при неограниченно большой длине находится в тех же условиях, как и рассматриваемая выработка» [5]. Геомеханический контроль состояния и устойчивости массивов руд и пород рекомендуется производить комплексом методов, который включает: метод ультразвукового прозвучивания; геометрический метод; метод глубинных и поверхностных реперов; метод скважиной тензометрии; сейсмические методы; метод акустической эмиссии; метод электромагнитной эмиссии и др. При этом необходим геомеханический мониторинг горного массива и целиков различного назначения, который осуществляется посредством звукометрических и маркшейдерских приборов, струнных тензометров, глубинных и грунтовых реперов, оптических приборов, электрических цепей, косвенных методов по изменению минерализации шахтных вод, визуально и др.

Интересен опыт отработки Мичуринского сложноструктурного месторождения (Украина), значительная часть которого залегает под рекой, промышленными и гражданскими зданиями и сооружениями. Месторождение представлено крутопадающими рудными телами разной мощности. Длина рудных тел составляет по простиранию от 600 до 700 м (преимущественно 100–250 м), по падению – от 150 до 400 м. Руды и вмещающие их породы крепкие (коэффициент крепости по шкале М. М. Протодьяконова  $f = 14 \dots 18$ ), массивные, имеют неслоистое строение. В направлении к поверхности происходит существенное ухудшение количественных и качественных характеристик трещиноватости как по отдельным залежам, так и по месторождению в целом. На верхних горизонтах породы выветренные ( $f = 6$ ). Месторождение разрабатывается камерной системой с закладкой выработанного пространства твердеющей смесью. В зависимости от горно-геологических условий разработка ведется камерами, располагаемыми как по простиранию, так и вкрест простирания рудных залежей. Горные работы развиваются на глубине от 40...50 до 350 м (рис.).

Камеры обрабатывают подэтажами высотой 10...15 м. Отбойка руды производится скважинными зарядами диаметром 57 и 65 мм и буровыми станками НТ-2 и ПК-75. Параллельные нисходящие скважины диаметром 85 и 105 мм для образования отрезных щелей бурят станками НКР-100 м. В процессе более чем восемнадцатилетней отработки месторождения камерная система (подэтажных



штреков, ортов) с закладкой хорошо освоена, имеет высокую интенсивность отработки, что очень важно при вовлечении в эксплуатацию залежей в зоне охраняемых объектов. Обнажения пород кровли имеют вид плоского прямоугольника, защемленного по всему периметру. Вычисленные значения эквивалентного пролета обнажения пород  $l_{\text{эkv}}$  и глубины  $H$  в виде точек расположены в двух областях – устойчивой и неустойчивой. Граница между этими областями представляет собой совокупность предельных значений функций от глубины.



**Рисунок - Камерная система разработки с закладкой твердеющей смесью и торцовым выпуском руды:**

1 – противофильтрационная завеса; 2 – дамба; 3 – река Ингул; 4 – нижняя граница коры выветривания; 5 – отбитая руда; 6 – камеры, отработанные и погашенные твердеющей закладкой; ЛСП – линия совмещенного простирания

Статистическая обработка исходной информации на ЭВМ позволила установить зависимость устойчивого эквивалентного пролета от глубины его расположения:

- при разработке приповерхностных запасов ( $H \leq 150 \dots 200$  м):  $l_{\text{эkv}}^n H^{-1} = \text{const}$ ,
- при ведении горных работ на более глубоких горизонтах ( $H \geq 150 \dots 200$  м):

$$l_{\text{эkv}}^n H = \text{const}.$$

При промышленно-экспериментальной разработке Мичуринского месторождения (Украина) было установлено, что с уменьшением глубины ведения горных работ устойчивый эквивалентный пролет уменьшается. Анализ состояния горизонтальных обнажений, расположенных на глубине 40...150 м, показывает, что на их устойчивость существенное влияние оказывает близость поверхности. Для обеспечения предложенных минимально допустимых по условиям устойчивости параметров потолочин целесообразно упрочнять горные породы инженерными методами, позволяющими сохранить поверхность под охраняемыми объектами. Основные результаты исследований использованы при разработке Мичуринского сложноструктурного месторождения, экономический эффект по отработанным эксплуатационным блокам составил около 140 тыс. грн. Социальный эффект выражается в снижении отрицательного воздействия на жизнедеятельность населения горнодобывающего региона [6].

### Литература

1. Протодьяконов М.М. Давление горных пород и рудничное крепление. Ч. 1. Давление горных пород. М.; Л.: Новосибирск: Госгортехиздат, 1933. Ч. 1. 128 с.
2. Слесарев В.Д. Определение оптимальных размеров целиков различного назначения. М.; Л.: Углетехиздат Западугля, 1948. 195 с.
3. Ветров С.В. Допустимые размеры обнажений горных пород при подземной разработке руд. М.: Наука, 1975. 223 с.
4. Слепцов М.Н., Азимов Р.Ш., Мосинец В.Н. Подземная разработка месторождений цветных и редких металлов. М.: Недра, 1986. 206 с.
5. Добыча и переработка урановых руд / под общ. ред. А.П. Чернова. Киев: Адеф-Украина, 2001. 238 с.
6. Ляшенко В.И., Пухальский В.Н. Обоснование безопасных параметров камер при подземной разработке приповерхностных запасов месторождения под охраняемыми объектами // Изв. ВУЗов. Горный журнал. - 2015. - № 3. - С. 37-49.

### APPLICATION OF SELF-ORGANIZING NEURAL NETWORK TO JOINT SET CLUSTERING AT OPEN PIT MINES (CASE STUDY: ANGOURAN LEAD AND ZINC MINE)

*Masoomeh Pashazadeh<sup>1</sup>, Ramin Doostmohammadi<sup>2</sup>, Bahman Kargar<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>MSC student of Mining Engineering, University of Zanjan, M\_pashazadeh88@yahoo.com

<sup>2</sup>Department of Mining Engineering, University of Zanjan,  
ramin.doostmohammadi@znu.ac.ir

<sup>3</sup>Iran Mineral Production Company, Angouran lead and zinc mine, kargar39b@yahoo.com

### Abstract

One of the essential steps during the early stages of field investigations in most geological, mining, geotechnical, and petroleum exploration projects is to undertake a survey of joints, for which one of the aims is to distinguish different joint sets. The dip and dip direction are the most common geometrical properties employed in joint clustering, with clusters of joints being displayed graphically on rose diagrams and stereonet. Individual rose diagrams enable just one joint property (i.e., dip direction or strike) to be plotted, whereas two joint properties (dip and dip direction or strike) can be shown on a stereonet. The shortcomings of rose diagrams and stereonet can be better understood when we consider that on some occasions it is necessary to consider more than two properties of joints for clustering (e.g., two joints with similar dip and dip direction, but different spacing).

This study investigates the potential of Self-organizing neural network (SO) to recognize, classify and predict patterns of joint sets in the mining blocks at the Angouran open pit mine. Three joint sets with particular ranges of strike and dip (Joint 1, joint 2 and bedding, have dip of 75° with strikes of N35W, dip of 80° with strikes of N60E and dip of 15° with strikes of N5E, respectively) have been distinguished at the Angouran open pit mine. Self-organizing neural networks have been used for data clustering analysis with unsupervised learning algorithms; (self-organizing maps) at the Angouran open pit mine. The self-organizing networks adapted successfully to different joint sets, also SO Unlike the stereonet method in which only two joints characteristics (dip and dip direction) is considered, is able to identify patterns of joint sets by considering more properties of joints. Therefore, use of the self-organizing neural network for the identify, classification and prediction of patterns of joint sets is recommended.

Keywords: Self-organizing neural network; Joint set; Angouran open pit mine.

## **ПРОИЗВОДСТВО БУРО-ВЗРЫВНЫХ РАБОТ СДВОЕННЫМИ УСТУПАМИ НА ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ УЗБЕКИСТАНА**

*Петросов Ю.Э.*

Ташкентский государственный технический университет

С увеличением глубины добычных забоев свыше 300÷400 м для обеспечения проектной производительности карьеров на достигнутом уровне горнодобывающие предприятия Узбекистана перешли на циклично-поточную технологию, которая продолжала совершенствоваться по мере углубления добычных забоев.

С увеличением глубины карьеров возникает ряд проблем усложняющих разработку, в частности снижается трещиноватость и увеличивается крепость пород, что отражается на увеличении стоимости буровзрывных работ и дробильно-размалывающих циклах рудопереработки горной массы, увеличивается обводненность взрывааемых пород и водоприток в карьерах, что соответственно увеличивает стоимость как водоотлива, так и буровзрывных работ с переходом на водоустойчивые ВВ, существенно увеличиваются затраты на транспорт добываемой горной массы, ограничиваются возможности в обеспечении требуемой производительности карьера из-за сокращения фронта работ.

При разработке рудных месторождений открытым способом на больших глубинах 300÷500, решение перечисленных проблем может быть найдено путем разработки и изготовления промышленностью мобильных дробильно-перегрузочных пунктов в сочетании с межступными перегружателями, оснащенными крутонаклонными конвейерами, использования погрузочно-транспортного оборудования большой производительности (самосвалы грузоподъемностью больше 150 тн., экскаваторы с емкостью ковша >20м<sup>3</sup>), перевода главного транспортного потока на конвейерную линию, перехода на повышенную степень дробления горной массы с удельными расходами взрывчатых веществ на куб разрыхляемой взрывом скальной породы 1,2 кг в сухих скважинах и 1,3 кг в обводненных скважинах.

Дальнейшее увеличение удельных расходов привело к значительному разбросу взрывааемых пород и соответственно разубоживанию при взрывании рудных блоков, что ограничивало дальнейшую интенсификацию степени дробления горных пород буровзрывным способом.

Решение преобладающего большинства проблем глубоких карьеров было найдено во внедрение инновационной технологии взрывного дробления горных пород глубокими (30÷50) скважинами большого диаметра (250÷320 мм) при работе зарядов рыхления в замкнутом пространстве с удельным расходом взрывчатого вещества 1,3 и более кг на 1 м<sup>3</sup> разрыхляемой горной массы.

Принимая во внимание тот факт, что затраты на измельчение рудной массы скальных пород до дисперсного состояния традиционными способами весьма трудоемки и дорогостоящи, специалисты горнодобывающей отрасли Узбекистана в содружестве с учеными республики проанализировать все этапы рудопереработки полезных ископаемых от производства буровзрывных работ до металлургической доработки рудной массы, пришли к заключению, что наиболее эффективно вложение средств в процессе рудоподготовки – на этапе производства буровзрывных работ с получением максимальной степени дробления рудосодержащих пород месторождения.

Производство взрывов скважинных зарядов рыхления в зажатой среде с повышенным расходом ВВ обеспечивает то качество рыхления, которое необходимо как для применения транспорта непрерывного действия, так и для значительного снижения затрат на механическое дробление и размалывание рудосодержащих пород в дофлотационной стадии рудоподготовки.

При этом экономическая эффективность производства всего комплекса рудоподготовки, включая обогащение, а также отработку вскрышных пород, при взрывании сдвоенных уступов в зажатой среде, способствует увеличению скорости бурения скважин до 20% за счет снижения перестановок оборудования, сокращения объема перебура и уменьшения объема бурения по разрушенному взрывом массиву, повышения коэффициента использования скважин при заполнении последних взрывчатым веществом с 0,5-0,6 до 0,8-0,9.

За счет использования при взрывных работах дешевых- водоземulsionных безтротиловых, высоко энергоёмких и бризантных взрывчатых веществ в сочетании с низкоэнергетическими волноводами, обеспечивается гибкое управление схемами замедления при производстве взрывов зарядов рыхления.

При этом повышается эффективность использования энергии взрывчатого вещества путем взрывания основного заряда рыхления в искусственно созданной зажатой среде, исключаяющей выброс продуктов разложения ВВ в воздушное пространство и потери энергии на разбрасывание разрыхленной взрывом горной породы, при использовании схемы замедления, обеспечивающей работу зарядов на забой равного сопротивления кумулятивного действия с нарастанием напряженности массива с каждым последующим рядом взрывааемых зарядов.

Транспортирование горной массы переводится на циклично-поточную и поточную технологию с использованием оборудования непрерывного действия. Интенсивное дробление рудосодержащих пород месторождения при производстве взрывных работ значительно снижает затраты на механическое дробление и размалывание руды в шаровых мельницах, использующих при этом более дорогую энергию, чем энергия взрывчатых веществ.

При дроблении рудосодержащих пород в обводненных условиях с высоким удельным расходом взрывчатого вещества, значительный эффект обеспечивает ударная волна, которая в неоднородной по плотности горной породе на эффекте пропорциональности скорости прохождения ударной волны с учетом значительной мощности ее зарождения ( $q=1,3 \div 2$  и более  $\text{кг/м}^3$ ), скорости детонации ( $c=5000$  м/сек), малого радиуса действия (расстояние между зарядами скважин  $a=(0,5-0,7)W_{н.р.}$ ) и достаточно высокой плотности заполнителя трещин в массиве (вода), способствующего снижению потерь энергии при прохождении ударной волны по трещиноватому массиву.

При этом рудная залежь получает дополнительное дробление или ослабление молекулярных или кристаллических связей, что способствует улучшению процесса обогащения, особенно при комплексном извлечении полезных компонентов месторождения [1].

Опытно-промышленные взрывы по рекомендованной технологии проводимые на карьерах «Мурунтау» и «Кальмакыр» позволили значительно повысить степень взрывного дробления массива по всей высоте 30-ти метрового сдвоенного уступа

#### **Литература**

1. Рахимов В.Р., Пьянков А.Г. Шеметов П.А., Петросов Ю.Э. Патент № IAP 20050423. Взрывной способ достижения высокой степени дробления скальных горных пород при взрывании на одну обнаженную поверхность глубокими скважинами. 2013.

## ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ВЗРЫВНЫХ РАБОТ С ПОМОЩЬЮ ЭМУЛЬСИОННЫХ ВВ НА ШАХТАХ<sup>1</sup>

*Воробьев А.Е.<sup>1</sup>, Ляшенко В.И.<sup>2</sup>, Небогин В.З.<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Российский университет дружбы народов, г.Москва, Российская Федерация

<sup>2</sup>Государственное предприятие «Украинский научно-исследовательский и проектно-изыскательский институт промышленной технологии», г.Желтые Воды, Украина

<sup>3</sup>ООО «НТО Технотрон», г. Желтые Воды, Украина

Применение эмульсионных ВВ при подземной добыче руд и масштабное внедрение этих современных взрывных технологий на шахтах осложнено устаревшими горными технологиями, особенностями разработки месторождений, традициями и кадрами, сложившимися в добывающих регионах, а также отсутствием нормативных документов и государственной программы по переходу на бестротиловые технологии взрывных работ. Поэтому повышение безопасности производства взрывных работ с помощью эмульсионных ВВ на шахтах на основе совершенствования горного оборудования, интенсификации производственных процессов с применением самоходной высокопроизводительной горной техники нового поколения и экологически чистых бестротилового патронированных и наливных эмульсионных взрывчатых веществ (ЭВВ), – вот те важные, имеющие научное и практическое значение задачи, требующие неотлагательного решения [1,2].

Увеличение объемов и качества сырья невозможно без изменений в подходах к технологиям добычи и техническому перевооружению горных предприятий. Взрывные работы, которые по-прежнему являются основным процессом в технологии добычи руд и других минеральных материалов, занимают значительную долю затрат в себестоимости продукции. Поэтому, для снижения затрат на приобретение взрывчатых материалов промышленного производства, улучшения условий работы взрывников, повышения производительности и безопасности их труда при зарядании шпуров и скважин, а также снижения экологической нагрузки на окружающую среду, ведущими мировыми компаниями «Orica», «Dino Nobel», «Dino Mainer», «AEL», «ВМЕ», «Махам», «IFI», «Maclean Mine-Mate», «BCJ» и др. – проводятся работы по механизации взрывных работ с помощью наливных ЭВВ при проходке горных выработок и добыче полезных ископаемых [3,4].

Группа компаний «Укрвзрывтехнология» является одной из крупнейших компаний в Украине, осуществляющей производство ЭВВ под собственной торговой маркой «Украинит». Специалистами предприятий, входящих в группу компаний, связанных с производством компонентов ЭВВ «Украинит» в 2008 г. начаты опытно-экспериментальные работы по созданию уникальных рецептур компонентов наливных ЭВВ для подземного применения и комплексов оборудования для механизированного приготовления и зарядания шпуров и скважин при проходке горных выработок и добыче руд. В качестве базовых предприятий-потребителей наливных опытно-экспериментальных ЭВВ Украинит-ПП-2 были выбраны – ЧАО «Запорожский железорудный комбинат» (г. Днепрорудное) и ГП «ВостГОК» (г. Желтые Воды). ООО «Экком» (г. Днепропетровск) выполнило подбор «холодной» рецептуры компонентов ЭВВ Украинит-ПП-2 для подземного применения, а ООО «НТО Технотрон» (г. Желтые

<sup>1</sup>Работа выполнена при содействии специалистов В.В. Шкарина, В.И. Бойко, А.С. Карабана, М.Б. Колесаева (ООО «НТО Технотрон»), П.А. Кислого, Н.Н. Швеца, В.С. Червика, А.И. Алёхина, А.И. Литвина (НПК «АиМ») и др.

Воды) провело разработку и изготовление переносного зарядного, доставочного и вспомогательного оборудования для приготовления и механизированной зарядки шпуров и скважин.

**Зарядчик малогабаритный переносной модели ЗЭП-10** согласно ТУ У 28.9-23647075-018 и зарядчик самоходный мод. ЗЭВС-1 предназначены для приготовления и механизированного заряжания эмульсионным бестропиловым взрывчатым веществом (ЭВВ) Украинит ПП-2 сухих и обводненных шпуров диаметром не менее 36 мм в породах любой крепости при выполнении проходческих работ в шахтах, не опасных по газу и пыли, или на открытых горных работах (Фото). Управление работой агрегата насосного зарядчика осуществляется автоматическим пневмораспределительным золотником.

Результаты, полученные в процессе проведения испытаний зарядчика и ЭВВ Украинит-ПП-2 показали, что с помощью этой технологии можно безопасно и производительно изготавливать и механизировано заряжать шпурь мощным, экологически чистым ЭВВ, при этом получая низкую загазованность выработки после взрыва.



*а б*

Фото - Общий вид переносного малогабаритного зарядчика серии ЗЭП-10 (*а*) и зарядчик самоходный мод. ЗЭВС-1 (*б*)

При поддержке Госгорпромнадзора Украины и Криворожской горнотехнической инспекции, промышленные испытания ЭВВ Украинит-ПП-2 будут продолжены на шахтах ПАО «КЖРК» и ГП «ВостГОК». Заинтересованность в проведении опытно-экспериментальных работ по применению эмульсионных ВВ проявляют и другие предприятия развитых горнодобывающих стран. По сравнению с применяемыми промышленными тротилосодержащими ВВ, предлагаемые технологии приготовления и использования патронированных ЭВВ Украинит-П и наливных ЭВВ Украинит-ПП-2 позволяют повысить уровень безопасности взрывных работ, включая сейсмическую, геомеханическую и экономическую эффективность [5].

ВВ и квалифицированное техническое сопровождение работ.

#### **Литература**

1. Добыча и переработка урановых руд. Монография. Под общей редакцией А. П. Чернова. Киев. «Адеф - Украина». 2001,- 238 с.
2. Ляшенко В.И., Дудченко А.Х. Сейсмобезопасная технология подземной разработки урановых месторождений// Безопасность труда в промышленности.-2012.- №5.-С.34-40.
3. Ляшенко В. И., Кислый П. А., Кислый Б. П. Совершенствование горного оборудования для уранового производства Украины// Цветная металлургия. - 2012.- №6.- С.18-31.

4. Воробьев А.Е., Ляшенко В.И., Кислый Б.А. Повышение эффективности горных работ на урановых шахтах Украины / Тез. докл. XII междунар. конф. «Ресурсовоспроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр» (Занджан, Иран, 16–22 сент. 2013 г.). М.: РУДН, 2013. Т. 1. С. 41-42.

5. Ляшенко В.И. Повышение безопасности при подземной разработке сложноструктурных месторождений// Безопасность труда в промышленности. -2014.- №9.-С. С54-58.

#### **РАЗРАБОТКА СПОСОБА ДРОБЛЕНИЯ РАЗНОПРОЧНЫХ ГОРНЫХ ПОРОД ВЗРЫВАМИ ЩЕЛЕВЫХ ЗАРЯДОВ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ С ОСЕВОЙ ВОЗДУШНОЙ ПОЛОСТЬЮ НА КАРЬЕРАХ**

*Норов Ю.Д.<sup>1</sup>, Заиров Ш.Ш.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Навоийский горно-металлургический комбинат, Республика Узбекистан

<sup>2</sup>Навоийский государственный горный институт, Республика Узбекистан

Одним из наиболее перспективных средств интенсификации горных работ является широкое использование энергии взрыва. Особое место взрывная технология занимает при дроблении горных пород в различных, зачастую весьма сложных горно-геологических условиях.

Теоретические и производственные исследования, проведенные на карьере Ташкура Джерой-Сардаринского месторождения фосфоритов (Республика Узбекистан) позволили создать новые методы дробления разнопрочных горных пород в сложных горно-геологических условиях [1-3].

Для описания процесса управления взрывным разрушением разнопрочных горных пород на пластовых сложноструктурных месторождениях с применением зарядов взрывчатых веществ (ВВ) необходимо особое внимание уделять выявлению физических особенностей их разрушения в зависимости от конкретных структурных и прочностных особенностей взрываемого разнопрочного массива горных пород.

Наличие крепких включений в сложноструктурном массиве горных пород затрудняет эффективное использование традиционных методов, т.к. ведет к большому выходу негабаритов, в связи с чем возникает необходимость разработки и внедрения специальных методов буровзрывной подготовки.

В связи с этим разработка способа дробления массива разнопрочных горных пород взрывами щелевых зарядов ВВ, позволяющего обеспечить равномерность дробления массива, снизить удельный расход ВВ и затраты на бурение скважин, является актуальной научной задачей и имеет важное практическое значение.

В результате проведенных исследований разработан способ взрывного разрушения массива разнопрочных горных пород щелевыми зарядами, суть которого заключается в следующем (рис. 1).

На подлежащем к взрыву блоке принимают увеличенную на 20-30% сетку для бурения основных скважин – 1, которую определяют на основе результатов опытных взрывов. Бурение основных скважин – 1 производят по разнопрочному массиву горных пород на полную высоту взрываемого уступа.

В процессе бурения по изменениям скорости и режимов бурения, цвета и состояния, выдаваемых на поверхность продуктов разрушения, геолого-маркшейдерской службой определяются наличие, контур в плане, отметки кровли и почвы крепких включений – 2. Между скважинами проводят щель – 3 глубиной, равной глубине заложения крепких включений, и шириной 0,8 м. На дно щели – 3 закладывают заряд ВВ – 4, разделенный на две части путем оставления осевой воздушной полости – 5 шириной от 0,1 до 0,25 м.

Щель и скважины заполняют забойкой – 6, основные скважинные и дополнительные щелевые заряды взрывают одновременно. Такая конструкция щелевых зарядов ВВ позволяет произвести равномерное дробление разнопрочных горных пород за счет направленного использования энергии взрыва по крепким включениям, находящихся в верхней части уступа в пластовых сложноструктурных месторождениях и снижает удельный расход ВВ.

При выборе диаметра осевой воздушной полости необходимо учитывать, что предельная величина скорости ударной волны зависит от соотношения ширины щелевого заряда и осевой воздушной полости.

Исследованиями установлено, что наибольшие скорости ударной волны наблюдаются при диаметре осевой воздушной полости в 3-6 раз меньше ширины щелевого заряда ВВ. В зависимости от соотношения ширины щели и диаметра осевой воздушной полости скорость ударной волны, движущейся в канале, изменяется от 8 до 12 км/с.

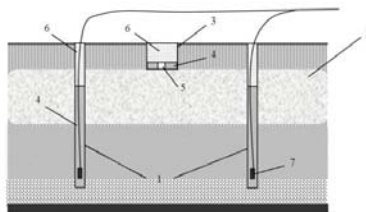


Рис. 1. Способ взрывания разнопрочных горных пород с использованием щелевых зарядов ВВ:

1 – основные вертикальные скважины; 2 – крепкое включение; 3 – дополнительная щель; 4 – промышленные ВВ; 5 – осевая воздушная полость; 6 – забойка; 7 – промежуточный детонатор

Детонация щелевого заряда с осевой воздушной полостью имеет специфические особенности, которые связаны с появлением канальной волны, движущейся впереди фронта детонации. Канальная волна представляет собой сильную ударную волну в заполняющем канал воздухе, которая возбуждается при разлете продуктов взрыва в полости канала.

В некоторых случаях поток самих продуктов взрыва также опережает фронт детонации и, смешиваясь с ударно сжатым газом, органически включается в канальную волну. Дополнительная подпитка канальной волны продуктами разложения происходит со стенок канала.

Действуя на заряд впереди фронта детонации, канальная волна может менять исходное физическое состояние (плотность, структуру и т.д.) и влиять, таким образом, на условия распространения и структуру детонации детонационной волны. В частности, детонация может ускоряться, замедляться, терять неустойчивость и затухать. В этом состоит так называемый «канальный эффект».

Механизм образования ударных волн в цилиндрическом канале связан с явлением схлопывания продуктов детонации (газовая кумуляция) внутри канала, в результате чего образуется опережающая детонационный фронт газовая струя. Скорость струи растет с увеличением расстояния, пройденного детонационной волной, соответственно возрастает и скорость ударной волны.

Таким образом, разработана конструкция щелевого заряда ВВ с осевой воздушной полостью, обеспечивающая равномерное дробление массива разнопрочных горных пород и снижающая удельный расход ВВ в щели.



#### **Литература**

1. Заиров Ш.Ш., Тухташев А.Б., Норов А.Ю. Анализ исследований по управлению взрывным разрушением в разнопрочных горных породах на пластовых сложноструктурных месторождениях // Инновационная деятельность молодых ученых. Материалы Республиканского научно-практического семинара. 25 сентября 2008 г. – Навоий, 2008. – С. 87-90.

2. Патент РФ № 2478912. Способ взрывания разнопрочных массивов горных пород. / Белин В.А., Камолов Ш.А., Крюков Г.М., Насиров У.Ф., Норов Ю.Д., Рахманов Р.А., Трусов А.А., Шеметов П.А., Зарегистрировано в государственном реестре изобретения РФ от 30.09.2011г. Оpubл. в бюллетень изобретений РФ №10, 10.03.2013г.

3. Бибик И.П., Рахманов Р.А., Ивановский Д.С. Повышение эффективности взрывного рыхления разнопрочных массивов при разработке Джерой-Сардаринского месторождения фосфоритов // Горный журнал. Цветные металлы. Специальный выпуск. – Москва, 2008. – №8. – С. 49-51.

Воробьев А.Е., Мирзаева Ф.Ж. Перспективы проведения траншейных взрывов в республике Узбекистан // Материалы международной конференции «Ресурсовоспроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр». Москва (Россия) – Котону (Бенин). М., РУДН. 2010. С. 215-216.

Воробьев А.Е., Мирзаева Ф.З. Основы методики инженерного расчета параметров уплотнения глубинными взрывами грунтовых массивов // Проблемы природопользования и экологическая ситуация в Европейской России и сопредельных странах. Белгород. Константа. 2010. С. 379-380.

#### **ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ВЗРЫВНЫХ РАБОТ С ПОМОЩЬЮ ЭМУЛЬСИОННЫХ ВВ НА КАРЬЕРАХ**

*Воробьев А.Е.<sup>1</sup>, Ляшенко В.И.<sup>2</sup>, Небогин В.З.<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Российский университет дружбы народов, г.Москва, Российская Федерация

<sup>2</sup>Государственное предприятие «Украинский научно-исследовательский и проектно-изыскательский институт промышленной технологии», г.Желтые Воды, Украина

<sup>3</sup>ООО «НТО Технотрон», г. Желтые Воды, Украина

Современная разработка месторождений характеризуется значительным ухудшением горно-геологических и горнотехнических условий, повышением требований к безопасности и охране труда, окружающей среде и недрам, безопасности жизнедеятельности человека в зоне влияния горных объектов. Поэтому повышение экологической безопасности производства взрывных работ с помощью эмульсионных ВВ на карьерах Украины при короткозамедленном взрывании электродетонаторов, неэлектрических детонаторов, оптоволоконных инициирующих систем, электронных детонаторов, и масштабное внедрение этих современных взрывных технологий в области совершенствования горного оборудования, интенсификации производственных процессов и экологически чистых бестроиловых патронированных и наливных эмульсионных взрывчатых веществ (ЭВВ), – вот те важные, имеющие научное, практическое и социальное значение задачи, требующие неотлагательного решения [1, 2].

Увеличение объемов и качества сырья невозможно без изменений в подходах к технологиям добычи и техническому перевооружению горных предприятий. Взрывные работы, которые по-прежнему являются основным процессом в технологии добычи руд и других минеральных материалов, занимают значительную долю затрат в себестоимости продукции. Поэтому для снижения затрат на приобретение взрывчатых материалов промышленного производства, улучшения условий работы взрывников,

повышения производительности и безопасности их труда при зарядании скважин, а также снижения экологической нагрузки на окружающую среду, ведущими мировыми компаниями «Orica», «Dino Nobel», «Dino Maineg», «AEL», «BME», «Махат», «IFI», «Maclean Mine-Mate», «BCJ» и др. – проводятся работы по механизации взрывных работ с помощью наливных ЭВВ при добыче полезных ископаемых [3-5].

Опыт эксплуатации показал, что «Украинит» способен разрушать горные породы любой степени крепости и обводненности (коэффициент крепости по Протодьяконову – более 20, выход негабарита менее 0,1 %). На данный момент, 13-летний опыт успешного применения разработанных ЭВВ на горнорудных предприятиях Украины, с общим объемом применения, более 400 тыс. т. Так, в период с 2001 по 2002 годы, предприятием выполнена реконструкция комплекса приготовления раствора окислителя «Ингулецкий» (ПАО «Ингулецкий ГОК», Украина, г. Кривой Рог), ранее использовавшегося для приготовления промышленного ВВ типа «Акватол». В результате реконструкции комплекс «Ингулецкий» был переоборудован под выпуск эмульсионной композиции – компонента промышленного эмульсионного ВВ «Украинит-ПП-2Б». Производительность комплекса по эмульсионной композиции после реконструкции составила 60 тыс. т/год.

Средства зарядания ЭВВ «Украинит ПП-2Б» на открытых горных работах (Фото).

Для зарядания ЭВВ используются СЗМ моделей «Украинит-4», «Украинит-5» и «ЭСЗМ-12М». В частности, СЗМ «Украинит-4» по ТУ У 29.5-23647075-008:2006 предназначена для транспортирования эмульсионной композиции (ЭК) и газогенерирующей добавки (ГГД) к месту зарядания, отдельной подачи этих взрывобезопасных компонентов поршневым насосом-дозатором двойного действия в смесительную камеру, далее через зарядный шланг в сухие или обводненные скважины диаметром не менее 165 мм и глубиной до 30 м с получением эмульсионного взрывчатого вещества – «Украинит-ПП-2Б» непосредственно в скважине.



a



**б**

Фото - Общий вид смесительно-зарядных машин серии «Украинит» (а) и ЭСЗМ-12 (б)

Данная СЗМ выполнена на базе машины «Акватол-3» и допущена к постоянному применению (разрешение Госгорпромнадзора Украины № 01/03-06-09/559).

#### **Литература**

1. Добыча и переработка урановых руд. Монография. Под общей редакцией А.П. Чернова. Киев. «Адеф - Украина». 2001.- 238 с.
2. Ляшенко В.И., Кислый П.А. Повышение сейсмической безопасности подземной разработки сложноструктурных месторождений // Цветная металлургия. - 2014. - №4 - С. 21-31.
3. Ляшенко В.И., Кислый П.А., Кислый Б.П. Повышение безопасности горнодобывающего производства // Черная металлургия. - 2014. - №8. - С. 11-17.
4. Ляшенко В.И. Повышение безопасности при подземной разработке сложноструктурных месторождений // Безопасность труда в промышленности. - 2014. - №9. - С. 54-58. .
5. Ляшенко В.И., Небогин В.З., Колесаев М.Б. Повышение безопасности производства взрывных работ с помощью эмульсионных ВВ на шахтах Украины // Черная металлургия. - 2014. - №12. - С. 13-20.

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕЙСТВИЯ ВЗРЫВА ЗАРЯДОВ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ С КУМУЛЯТИВНОЙ ВЫЕМКОЙ В МАССИВЕ РАЗНОПРОЧНЫХ ГОРНЫХ ПОРОД МЕТОДОМ ФИЗИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

**Норов Ю.Д.<sup>1</sup>, Бунин Ж.В.<sup>2</sup>, Нутфуллаев Г.С.<sup>2</sup>, Заиров Ш.Ш.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Навоийский горно-металлургический комбинат, г. Навои, Республика Узбекистан

<sup>2</sup>Российский государственный геологоразведочный университет им. Серго Орджоникидзе (МГРИ-РГГРУ), г. Москва, Российская Федерация

<sup>3</sup>Навоийский государственный горный институт, г. Навои, Республика Узбекистан

Экспериментальные исследования проведены на карьере ТашкураДжерой-Сардаринского месторождения фосфоритов (Республика Узбекистан). В качестве

эксперимента были выбраны участки, на которых можно было выдержать параметры буровзрывных работ, с целью установления рациональных параметров заряда ВВ с кумулятивной выемкой и визуального определения качества взрыва.

Масштаб моделирования был принят 1:7. Бурение вертикальных шпуров диаметром 36 мм производилось перфоратором марки ПР-19. Сеть бурения – 1,3х1,3 м, глубина – 1,2 м, зарядание шпуров производилось патронированным ВВ марки Nobelit-216Z диаметром 32 мм с удельным расходом 0,4-0,45 кг/м<sup>3</sup>. Забойка шпуровых зарядов производилась супесью. Взрывание шпуровых зарядов осуществлялось с применением электродетонаторов мгновенного действия ЭД-8Э с использованием взрывной машинки КПМ-1А.

Промышленные исследования проводились методом сравнения результатов взрывов зарядов сплошной конструкции и зарядов с кумулятивной выемкой в донной части укороченных шпуров, взрывааемых на одном блоке. Критерием оценки эффективности исследуемых конструкций являлись интенсивность дробления горной массы и качество проработки подошвы уступа. Качество дробления оценивали по гранулометрическому составу и диаметру среднего куска разрушенной породы, проработку подошвы уступа определяли маркшейдерской съемкой уступа после взрыва.

Технология зарядания шпуров на опытном участке была следующей: вначале на дно шпуров опускали цилиндр из пенопласта, диаметром, равным диаметру шпура, высотой  $(6\div 8)d$ , где:  $d$  – диаметр кумулятивного заряда (мм), который служит для создания фокусного расстояния. Далее на веревке опускали кумулятивную воронку с углом вершины 45<sup>0</sup>, после чего с помощью зеркала и отраженного света контролировалось его положение, затем в скважину засыпали ВВ, опускали электродетонатор и заряжали остальное количество ВВ, а сверху засыпали забойку.

После уборки горной массы на данном блоке маркшейдерская группа выполняла геодезическую съемку.

Анализ полученных результатов показал, что использование конструкции заряда, в донной части которого располагается кумулятивный заряд, приводит к занижению подошвы уступа на 80–85 см (по сравнению с контрольным участком, на котором использовали обычные сплошные заряды).

Результаты проведенных экспериментов также показали, что расположение в донной части кумулятивной воронки оказывает влияние на интенсивность взрывного разрушения горных пород: диаметр среднего куска при использовании данных зарядов снижается на 8,2%; выход средних фракций (100 – 400 мм) увеличивается на 20%, а выход крупных фракций (свыше 400 мм) снижается на 20%.

Процесс вылета забойки из шпура при наличии кумулятивной выемки в ней приводит к тому, что забойка вылетает в среднем позже на 30%, чем при взрыве зарядов без кумулятивной выемки. Это приводит к тому, что действие газообразных продуктов детонации на среду увеличивается и улучшается дробление. Обработка фотопланогрaмм подтверждает это предположение. Расположение в донной части скважины кумулятивной выемки оказало влияние на интенсивность взрывного разрушения горных пород: диаметр среднего куска при использовании данных зарядов снизился на 12%; выход средних фракций увеличился в 1,2–1,4 раза, а выход крупных фракций снизился в 1,3–1,7 раза, выход мелких фракций при использовании данной конструкции заряда практически не изменился.

В результате полигонных испытаний установлена зависимость изменения скорости схлопывания кумулятивной выемки в зависимости от высоты конусной облицовки.

В результате статистической обработки полигонных испытаний по определению скорости схлопывания кумулятивной выемки в зависимости от высоты конусной облицовки получена эмпирическая формула расчета:

$$W_0 = 0,594h^2 - 48,119h + 3218, \quad (1)$$

где  $h$  – высота конусной облицовки, мм.

Коэффициент корреляции для данного уравнения составляет  $0,98 \pm 0,02$ .

Установлена логарифмическая зависимость изменения угла схлопывания кумулятивной воронки в зависимости от фокусного расстояния до крепкого пропластка.

В результате статистической обработки полигонных испытаний по определению угла схлопывания кумулятивной воронки в зависимости от фокусного расстояния до крепкого пропластка получена эмпирическая формула расчета:

$$\alpha = 0,463 \ln(L - 1) + 37,534, \quad (2)$$

где  $L$  – фокусное расстояние до крепкого пропластка, мм.

Коэффициент корреляции для данного уравнения составляет  $0,94 \pm 0,04$ .

Установлена логарифмическая зависимость изменения скорости кумулятивной струи в зависимости от угла вершины кумулятивной облицовки.

В результате статистической обработки полигонных испытаний по определению скорости кумулятивной струи в зависимости от угла вершины кумулятивной облицовки получена эмпирическая формула расчета:

$$W_1 = -1074 \ln \gamma + 10370, \quad (3)$$

где  $\gamma$  – угол вершины кумулятивной облицовки, град.

Коэффициент корреляции для данного уравнения составляет  $0,95 \pm 0,02$ .

Установлена логарифмическая зависимость изменения глубины пробития крепкого пропластка в зависимости от фокусного расстояния.

В результате статистической обработки полигонных испытаний по определению глубины пробития крепкого пропластка в зависимости от фокусного расстояния получена эмпирическая формула расчета:

$$B = -8,882 \ln L + 5,87 \sqrt{L} + 2,656, \quad (4)$$

где  $L$  – фокусное расстояние до крепкого пропластка, мм.

Коэффициент корреляции для данного уравнения составляет  $0,95 \pm 0,03$ .

Таким образом, в результате моделирования действия взрыва зарядов ВВ с кумулятивным эффектом в массиве разнопрочных горных пород установлены изменения скорости схлопывания кумулятивной выемки от высоты конусной облицовки; скорости кумулятивной струи от угла вершины кумулятивной облицовки; угла схлопывания кумулятивной выемки и глубины действия взрыва в массиве разнопрочных горных пород от фокусного расстояния.

#### **ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ В ШАХТЕ ЕСТЮНИНСКАЯ НА УСТОЙЧИВОСТЬ, ПРИЛЕГАЮЩЕГО К НЕЙ БОРТА КАРЬЕРА, ПО ДАННЫМ АКТИВНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО МОНИТОРИНГА**

*Хачай О.А.<sup>1</sup>, Хачай О.Ю.<sup>2</sup>, Барышев В.М.<sup>3</sup>, Ухарская О.Ю.<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Институт геофизики УрО РАН, Екатеринбург, Россия

<sup>2</sup>Уральский Федеральный Университет, Институт математики и компьютерных наук, Екатеринбург, Россия

<sup>3</sup>Высокогорский ГОК, Шахта Естюнинская, Начальник ППГУ, Нижний Тагил, Россия

При изучении пространственно-временных изменений структуры, физических свойств геологической среды или массива горных пород и связанных с ними напряженно-деформированного или фазового состояния модель слоисто-блоковой

среды с включениями усложняется: она представляет собой двухранговую цепочку в общей иерархически неоднородной модели среды. Если нас интересует дополнительно эволюция этой структуры, то необходимо использовать комплексные геофизические методики, обладающие разрешающей способностью выявления зарождения и распада самоорганизующихся структур. Впервые именно при использовании разработанной в ИГФ УрО РАН попланшетной электромагнитной методики удалось в рамках натуральных исследований реализовать идею выявления зон дезинтеграции в массиве горных пород и организовать мониторинг их морфологии [1-3].

Используемая методика относится к геофизическим методикам неразрушающего контроля. Она отличается от известных ранее методик просвечивания или томографии системами наблюдения и последующим методом интерпретации, основанной на концепции трехэтапной интерпретации [4]. В работе [5-7] описаны первые натурные результаты по обнаружению явления самоорганизации в массиве горных пород при техногенном воздействии и способу разработки критериев устойчивости на основе предложенной методики классификации. Полученные результаты позволяют сделать следующие выводы: массив горных пород представляет многогранговую иерархическую структуру; изучение динамики состояния, его структуры и явлений самоорганизации массива можно вести геофизическими методами, настроенными на такую модель среды.

Использование попланшетной многоуровневой индукционной электромагнитной методики с контролируемым источником и соответствующей методики обработки и интерпретации позволило выявить зоны дезинтеграции, являющиеся индикатором устойчивости массива. Введение нового интегрального параметра – поинтервального распределения интенсивности зон дезинтеграции **Spint** [6], позволяет перейти к детальной классификации массива по степени устойчивости, ввести для этого количественные критерии и характеризовать устойчивость массива. Использование настоящей системы мониторинга в рамках технологии отработки глубокозалегающих месторождений может позволить предотвратить сильные динамические явления в результате использования разнонаправленных массовых взрывов. Эта идея была опробована на Естюнинской шахте магнетитового месторождения с использованием подземной и наземной систем наблюдения.

Мониторинг состояния борта карьера производился с 2008 г. по 2010 г. ежегодно в июне месяце для исключения погодных влияний на результаты электромагнитной индукционной съемки, в 2011 г. - в октябре месяце. С 2008 по 2009гг. исследования проводились только по первому профилю, в 2010 г. – по первому и второму профилям, в 2011 г. - только по второму профилю. Между первым и вторым профилем находится зона разрушения, которая расширяется от года к году. Подземные шахтные работы ведутся на большой глубине по направлению от первого профиля к второму. В 2011 году они велись целиком под вторым профилем. Цель работы состояла в исследовании изменения состояния массива борта карьера в связи с подземными взрывными работами.

Исследования велись с помощью аппаратуры МЧЗ-12 (разработчик А.И. Человечков) на двух частотах 1.27 кГц и 0.635 кГц. Шаг для точек наблюдения по профилям - 25 м, длина расстановки 225 м, шаг перекрытий -тоже 25 м. Измерялись модули трех компонент переменного индукционного магнитного поля  $|H_z|, |H_r|, |H_\varphi|$  как функции частоты и расстояния между источником и приемником, ось  $r$  направлена на источник, ось  $\varphi$  – ей перпендикулярно. Далее вычислялись два интерпретационных параметра: для каждой расстановки величина эффективного сопротивления:

$\rho_{eff} = 2\omega^2 r \frac{|H_z|}{|H_r|}$  и средний для всех перекрытий параметр геоэлектрической

неоднородности:  $\bar{\delta} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^{i=k} \delta_i$ ,  $\delta_i = \left( \frac{|H\varphi|}{|H_r|} \times 100\% \right)_i$ .

Для обработки и интерпретации разработан комплекс программ (авторы Хачай А.Ю., Хачай О.Ю.), которые позволяют анализировать полученные разрезы в рамках слоисто-блоковой модели с иерархическими включениями второго ранга в режиме рабочей смены.

Применение описанной методики эффективно для изучения динамики состояния бортов карьеров, сопряженных с шахтами, где происходит отработка взрывными технологиями.

#### **Литература**

1. Хачай О.А., Новгородова Е.Н. Использование новой трехмерной методики электромагнитных исследований строения горных массивов. // Физика Земли. 1999, №5, С. 7-12.
2. Хачай О.А., Новгородова Е.Н., Хачай О.Ю. Новая методика обнаружения зон дезинтеграции в околорудном пространстве массивов горных пород различного вещественного состава. // Горный информационный аналитический бюллетень. 2003, №11, С. 26–29.
3. Хачай О.А. К вопросу об изучении строения, состояния геологической гетерогенной среды и их динамики в рамках дискретной и иерархической модели. // Геомеханика в горном деле. Екатеринбург. ИГД УрО РАН, 2003. С. 30–38.
4. Хачай О.А., Влох Н.П., Новгородова Е.Н., Хачай А.Ю., Худяков С.В. Трехмерный электромагнитный мониторинг состояния массива горных пород. // Физика Земли, 2001, №2, С. 85–92.
5. Хачай О.А. Явления самоорганизации в массиве горных пород при техногенном воздействии. // Физическая мезомеханика 7, Спец.выпуск, Ч.2, 2004, С. 292–295.
6. Хачай О.А., Хачай О.Ю. Изучение, оценка и классификация устойчивости геологической среды с использованием данных активного геофизического мониторинга на основе парадигмы физической мезомеханики // Физическая мезомеханика, 2007, Т.10, №2, С.87-92.

### **ПРОГНОЗИРОВАНИЕ КОНФИГУРАЦИИ РАЗЛИЧНЫХ ПО ФОРМЕ ТЕЛ В РАЗВАЛЕ ВЗОРВАННЫХ ПОРОД**

*Ракишев Б.Р., Шампикова А.Х., Казанганов А.Е*

Казахский национальный исследовательский технический университет имени  
К.И.Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан

Одной из ключевых задач недропользования является наиболее полное извлечение полезных ископаемых из недр Земли. Однако при разработке месторождений имеют место неизбежные потери, связанные со способом разработки и потери, возникающие при отработке сложноструктурных блоков. Последние могут быть сведены к минимуму, если известны местоположения отдельных частей сложноструктурных блоков в массиве и во взорванной массе. Прогнозированию размещения частей уступа в развале взорванных пород посвящен ряд работ, в которых

предложены различные методы определения искомых показателей. Однако они не имеют достаточного научно-технологического обоснования.

Для определения искомых геометрических характеристик сложноструктурных блоков отбиваемый слой уступа заданной высоты и ширины необходимо разбить горизонтальными и наклонными (параллельно откосу уступа) плоскостями на некоторое число частей (элементов). Число упомянутых плоскостей, следовательно, число оконтуривающих линий элементов уступа и расстояния между ними неограничены и произвольны, но они должны лежать в разумных пределах. Например, при однорядном взрывании отбиваемый слой уступа высотой  $h=15\text{ м}$ , шириной  $W=11\text{ м}$ , целесообразно разбивать соответствующими плоскостями на 16 равных частей. При этом на разрезе уступа будет иметь место 5 горизонтальных и 5 наклонных оконтуривающих линий. При многорядном КЗВ каждый дополнительно взрываваемый слой упомянутыми плоскостями будет разбиваться на 8 равных частей. В результате, например, при трехрядном взрывании на разрезе взрываемого блока будет 5 горизонтальных и 9 наклонных оконтуривающих линий, при четырехрядном взрывании – 5 горизонтальных и 11 наклонных оконтуривающих линий и т.д.

Анализ экспериментальных, а также многочисленных массовых взрывов в производственных условиях показывает, что нижний слой уступа в процессе движения уменьшаясь по высоте, в развале вытягивается в сторону перемещения. Второй горизонтальный слой уступа, располагаясь несколько ниже уровня заряда, заметно растягивается в направлении свободной поверхности. Третий слой уступа в развале сильно вытягивается в сторону движения. Верхний слой уступа размещается в верхней части развала.

При трехрядном короткозамедленном взрыве (КЗВ) размещение первого отбиваемого слоя в развале такое же, как и при однорядном взрывании. Однако породы из второго взрывающего слоя несколько выталкивают породу предыдущего отбиваемого слоя вверх и в сторону движения. Это приводит к большему приращению высоты развала. Породы этих наклонных слоев подвергаются меньшему перемещению в сторону перемещения, но увеличивают высоту развала.

Дальнейшее увеличение числа рядов скважин (больше трех) не оказывает влияния на процесс формирования развала: его можно получить путем простого присоединения разрыхленного слоя пород действием зарядов очередного ряда как в случае трехрядного КЗВ.

Во всех рассмотренных случаях оконтуривающие линии элементов уступа во взорванной горной массе претерпевают определенную деформацию. При однорядном взрывании первая наклонная оконтуривающая линия (откос уступа) после взрыва располагается на подошве уступа и в верхнем удаленном районе отброшенной части развала. Вторая (первая от откоса уступа) наклонная оконтуривающая линия в развале имеет дугообразную форму с наименьшим радиусом кривизны, а третья и четвертая наклонные линии – дуги с большими радиусами кривизны. По длине эти оконтуривающие отрезки изменяются незначительно. В то же время все горизонтальные оконтуривающие линии удлиняются сильно (до 2 раз). Наибольшей деформации подвергается срединная горизонтальная оконтуривающая линия.

При трехрядном КЗВ на свободную поверхность вторая (первая от откоса уступа) наклонная оконтуривающая линия имеет двоякую кривизну. Остальные наклонные отрезки имеют наклон в сторону перемещения пород, который уменьшается по мере приближения к контуру отбиваемого слоя уступа. Их длины больше чем в массиве. Относительное удлинение горизонтальных оконтуривающих линий заметно меньше, чем при однорядном взрывании.

При трехрядном КЗВ на подпорную стенку все наклонные оконтуривающие отрезки выпрямляются, их длины увеличиваются. Чем больше ширина подпорной стенки, тем длиннее эти отрезки (до максимального значения). Горизонтальные



оконалируающие отрезки имеют наименьшую деформацию по сравнению со взрыванием на свободную поверхность.

Для решения поставленных задач, т.е. для определения конфигурации различных по форме тел в развале взорванных пород можно воспользоваться установленным положением оконалируающих линий элементов уступа до и после взрыва. При этом совокупность взаимно пересекающихся горизонтальных и наклонных оконалируающих линий частей (элементов) взрывающего блока массива (в разрезе) назовем координатной сеткой взрывающего блока. Совокупность взаимно пересекающихся деформированных горизонтальных и наклонных оконалируающих линий частей уступа в развале назовем координатной сеткой развала или взорванного блока (в разрезе). Деформированные оконалируающие линии в развале в общем случае имеют неправильную геометрическую форму, их длины и расстояния между ними различны. Указанные геометрические параметры оконалируающих линий зависят от способа взрыва. Они более выдержаны при многорядном КЗВ на подпорную стенку.

По предлагаемым координатным сеткам несложно установить места расположения зон мелкого, среднего и крупного дробления пород при различных способах взрыва. Они также служат базой для прогнозирования одного из наиболее важных технологических параметров раздробленной горной массы — границ между отдельными включениями руд и пустых пород в развале взорванных пород.

Для реализации методики определения искоемых геометрических характеристик элементов уступа контуры заданных геометрических фигур в выбранном масштабе наносятся на координатную сетку взрывающего блока. Фиксируются их характерные точки (части). В соответствующих ячейках координатной сетки развала определяются положения изучаемых точек. Далее путем соединения найденных точек плавной кривой устанавливаются деформированные контуры заданных фигур в развале, следовательно, их размещение во взорванной горной массе.

В целях проверки правомерности разработанного графо-аналитического метода распределения геометрических параметров различных частей уступа в развале рассмотрено два экспериментальных взрыва, проведенных другими авторами.

Из сопоставления схем размещения горизонтального рудного слоя в развале по старой и по предлагаемой методике видно, что новая методика более близко отражает возможную конфигурацию рудного тела в развале пород. Относительно размещения наклонного слоя руды в развале по старой методике отмечено, что для крутопадающих рудных тел однорядное взрывание вертикальных скважин приводит к нарушению целостности рудного тела при активном перемешивании с породами висячего и лежащего боков. Однако это утверждение не находит подтверждения на практике, о чем свидетельствует схема разработанная по новой методике.

## **ГЕОМЕХАНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГОРНЫХ РАБОТ ПРИ КОМБИНИРОВАННОЙ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ МУРУНТАУ**

*Сайидкосимов С.С., Наимова Р.Ш.*

Ташкентский государственный технический университет, МВиССО Республики Узбекистан

Направления дальнейшего развития комплексного освоения недр состоят в определении на ранней стадии вариантов геотехнологической стратегии освоения месторождения в плане проектирования совместной отработки открытыми и подземными работами на основе единой технологической схемы, определяющей рациональное сочетание карьерных и шахтных полей с установлением порядка, взаимосвязи и последовательности горных работ; в оптимизации параметров

технологических процессов, разработке и совершенствовании методов оценки эффективности принимаемых решений.

Развитие горнодобывающей промышленности идет путем освоения новых месторождений и совершенствования действующих горных предприятий [1]. Основной тенденцией для горнорудной промышленности является постепенный переход и разработка месторождений комбинированным способом.

Месторождение Мурунтау прослежено до глубины ~ 2 км. В связи с тем, что за контурами карьера остается около 15-20% общих запасов, месторождение целесообразно отработать комбинированным способом с последовательно-параллельным ведением открытых и подземных работ. Развитие освоения месторождения при комбинированной разработке может идти по двум направлениям [2].

1. Полное совмещение открытых и подземных горных работ во времени (одновременная разработка) с совмещением в горизонтальной и вертикальной плоскостях при тесной степени технологической взаимосвязи открытых и подземных работ с совместным решением вопросов вскрытия и отработки карьерного и шахтного полей.

2. С частичным совмещением (последовательно-параллельная разработка) открытых и подземных горных работ во времени с совмещением в горизонтальной плоскости при средней степени технологической взаимосвязи открытых и подземных работ с частичным совмещением схем вскрытия и разработки карьерного и шахтного полей.

Первое направление предполагает применение комплексной схемы вскрытия карьерного и шахтного полей с использованием подземных выработок, при этом изменение объема капиталовложений за счет использования определенных технологических особенностей комбинированной разработки определяется с учетом коэффициента эффективности технологической взаимосвязи.

После увеличения глубины карьера до 500-550 м возможно применение комбинированного автомобильно-конвейерного транспорта на нижних горизонтах. Конвейеры размещаются в наклонном стволе, так как борта карьера еще не достигнут предельного контура. После сооружения единого подземного транспортного комплекса вся руда из карьера и шахты выдается по одному наклонному стволу. Использование подземных выработок для транспортирования руды из карьера позволяет сократить длину транспортирования в 2-2,5 раза. Руда из карьера поступает в рудоспуск и далее в дробильную установку, а затем конвейерным транспортом доставляется по наклонному стволу на поверхность.

Второе направление предполагает частичное совмещение (последовательно-параллельная разработка) открытых и подземных горных работ во времени с совмещением в горизонтальной плоскости. В этом случае карьер функционирует как самостоятельная система, а подземным способом разрабатываются только прибортовые запасы до горизонта (-345м), что позволяет существенным образом снизить затраты за счет использования для их вскрытия карьерного пространства, а также применения карьерных транспортных коммуникаций и технических средств для доставки полезного ископаемого к рудоподготовительным комплексам, образующим единый грузопоток с открытыми работами. Кроме того, возможность размещения в выработанном пространстве, образующимся после отработки прибортовых запасов, хвостов обогащения (в качестве составной части закладочного материала) и неиспользуемой части вскрышных пород создает благоприятные предпосылки для снижения масштабов изъятия земель и загрязнения окружающей среды.

Таким образом, при совершенствовании действующих горных предприятий, характерным для горнорудной промышленности является постоянное увеличение количества месторождений, разрабатываемых комбинированным способом.

#### Литература

1. Каплунов Д.А., Юков В.А. «Геотехнология перехода от открытых к подземным горным работам», Москва «Горная книга», 2007 г., с. – 210.
2. Кучерский Н.И. Современные технологии при освоении коренных месторождений золота. Москва 2006 г., с. - 640.
3. Воробьев А.Е., Корниенко А.С. Научно-методические основы концепции геомеханического мониторинга // Совершенствование технологии строительства шахт и подземных сооружений. Сб. научн. трудов. Вып. 16, – Донецк: «Норд-Пресс», 2010. – С. 20–22.

### ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДОСТАВКИ ГОРНОЙ МАССЫ ИЗ ГЛУБОКИХ КАРЬЕРОВ

*Шахрай С.Г.*

ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет», г. Красноярск, Россия

На горнодобывающих предприятиях с открытым способом разработки особая роль принадлежит карьерному транспорту, доля которого в себестоимости добытого полезного ископаемого достигает 50-70%. Автомобильный транспорт потребляет значительное количество дизельного топлива, более 100л/100 км, и является одним из основных загрязнителей атмосферы карьеров. К примеру, средняя интенсивность взмывания пыли с карьерных автодорог при движении по ним автомобиля БелАЗ 1200-6000 г/сек, интенсивность газовыделения – 0,88 м<sup>3</sup>/с.

Карьерный автомобильный транспорт является средством повышенной опасности, при эксплуатации которого всегда присутствует риск отказа тормозов при спуске по крутым карьерным дорогам. Независимо от того, что современные карьерные самосвалы оборудуются дублирующей системой аварийного торможения, карьерные дороги оборудуются предохранительными валами высотой до 2 м на случай отказа тормозов (рис. 1). В период гололеда и обильных снегопадов управление автомобильным транспортом усложняется. Производительность карьерного автомобильного транспорта не всегда отвечает современным требованиям,



Рис. 1. Авария с карьерным самосвалом вследствие отказа тормозов

т.к. длительность одного рейса груженого автомобиля из глубокого (сверхглубокого) карьера и обратно может занимать несколько часов.

Увеличение глубин карьеров вызывает необходимость поиска новых решений увеличения производительности при транспортировании полезных ископаемых, обеспечения безопасной и высокопроизводительной работы на повышенных уклонах. В связи с этим специалистами предпринимаются попытки принятия альтернативных способов доставки руды на поверхность: с помощью канатных скреперов, канатных дорог с транспортными емкостями. Недостатки этих конструкций является

ограниченная производительность и трудность перебазировки на новые участки карьера.

В конце 80-ых годов прошлого века был разработан крутонаклонный подъемник, содержащий две взаимоуравновешенные колесно-рельсовые платформы. Между собой платформы соединены эластичным ленточным тяговым элементом, приводимым в действие барабанами (рис. 2) [1].

Недостатками крутонаклонного подъемника являются сложность и громоздкость конструкции, а также высокий риск обрыва резиновых лент, соединяющих между собой транспортные

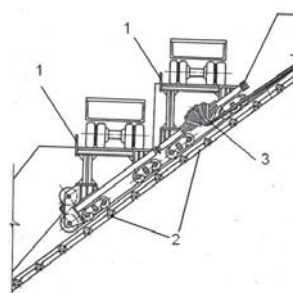


Рис. 2. Крутонаклонный подъемник

рельсовые платформы и связанная с этим опасность травмирования персонала, обслуживающего данное устройство.

Повысить безопасность и производительность доставки руды на поверхность предлагается с помощью устройства транспортирования полезных ископаемых из глубоких карьеров, включающее в себя платформу, движущуюся по рельсам, закрепленную на борту карьера (рис.3). Платформа приводится в движение лебедкой, установленной на дневной поверхности. Доставка полезных ископаемых из карьера осуществляется в транспортных сосудах, напр., автомобильных прицепах (полуприцепах), которые крепятся на платформе фиксирующим шарнирным упором, приводимым в действие контргрузом [2].

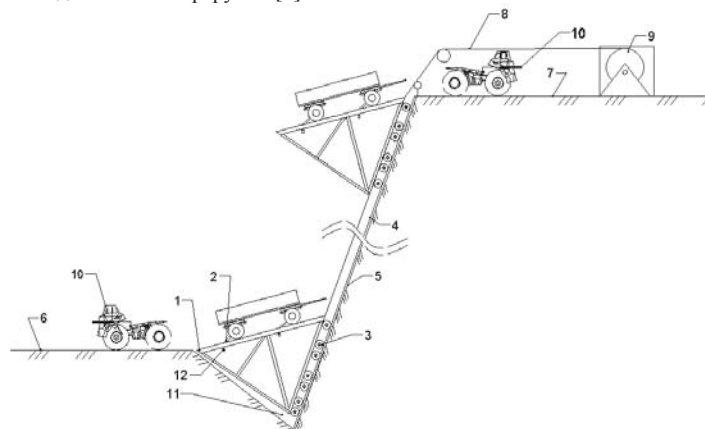


Рис.3. Устройство транспортирования полезных ископаемых из глубоких карьеров: 1 - подъемная грузовая платформа; 2 - фиксирующий упор; 3 - стальные колеса; 4 - рельсы; 5 - борт карьера; 6 - дно карьера; 7 - дневная поверхность; 8 - трос; 9 - лебедка; 10 - автомобильный тягач; 11 - приямок; 12 - контргруз

Эксплуатация представленного устройства снижает энергозатраты при доставке полезного ископаемого на поверхность, увеличивает моторесурс автомобильного транспорта за счет его эксплуатации только по горизонтальным поверхностям – днищу или дневной поверхности карьера, повышает безопасность водителей карьерных автосамосвалов за счет исключения их движения по крутонаклонным дорогам, расположенным по бортам карьера, улучшает атмосферу в карьере.

#### Литература

1. Гуменников Е.С., Жангараев А.Ж. Крутонаклонный подъемник / Авт. свид-во SU№1678742, опубл. 23.09.1991 г.
2. Шахрай С.Г., Косолапов А.И., Коростовенко В.В. и [др.]. Устройство транспортирования полезных ископаемых из глубоких карьеров / Заявка на полезную модель №2015100680 от 12.01.15г.

### ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КРУТОНАКЛОННОГО КОНВЕЙЕРА ПРИ ВОЗДЕЙСТВИЯХ, ВОЗНИКАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ КАРЬЕРА МУРУНТАУ

*Умаров Ф.Я., Насиров У.Ф.*

Ташкентский государственный технический университет, Узбекистан

Восточный борт карьера Мурунтау с размещенным на нем комплексом ЦПТ-руда с крутонаклонным конвейером представляет собой ответственное инженерное сооружение, поэтому требования к обеспечению его долговременной сохранности повышены.

При эксплуатации КНК на его основные части: опоры, крепление к фундаменту и на конструкции КНК действуют силы, возникающие от перемещения горной массы по конвейеру, от проведения массовых взрывов в карьере Мурунтау и подземных горных выработках шахты Мурунтау, а также возможные сейсмические воздействия. Перемещения горной массы по конвейеру носит долговременный характер, и массовые взрывы периодически кратковременный характер. В итоге возникают знакопеременные колебательные нагрузки, которые различаются по амплитуде и частоте и зависят от месторасположения и мощности источников колебаний. Существенными для устойчивой работы КНК, также являются геолого-тектонические процессы, происходящие в массиве борта карьера, на котором расположен КНК.

Решения динамической задачи о частотах, собственных формах и колебаниях Восточного борта с конструкцией КНК возможно с использованием численных методов. Метод конечных элементов позволяет учитывать нерегулярность рассматриваемой области, в данной задаче – это плоско деформируемая область горного массива и удлиненная конструкция конвейера КНК, в соответствии с принятой расчетной схемой, приведенной в [1].

Математическая модель задачи, включает в себя вариационный принцип возможных перемещений совместно с принципом Даламбера, учитывающим силы инерции

$$\delta A = - \int_V \sigma_{ij} \delta \epsilon_{ij} dV + \int_V \rho g \delta v dV - \int_V \rho \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} \delta u dV = 0 \quad (1)$$

Расчётная модель откоса плоско-деформируемого тела представляется четырехугольными и треугольными элементами. Расчетная модель КНК представляется плоской рамой, стойки которой жестко укреплены на откосе, а другой конец жестко соединен с ригелем.

В этом случае конечно-элементная дискретизация будет включать в себя не только плоские элементы, но и стержневые, моделирующие конструкцию КНК. При этом предполагается, что стержневые элементы находятся в условиях изгибно-сдвиговой деформации.

В результате конечно-элементной дискретизации и процедуры объединения элементов (плоских и стержневых) в единую систему получается разрешающая система дифференциальных уравнений

$$[M]\{\ddot{q}\} + [K]\{q\} = \{P(t)\}, \quad (2)$$

где  $[K]$  и  $[M]$  – матрицы жесткости и масс всей системы, формируемые из матриц отдельных элементов;  $\{P(t)\}$  – зависящий от времени вектор узловой нагрузки,  $\{q\}$  – искомый вектор узловых перемещений.

Матрицы жесткости для плоских и стержневых элементов приводятся в [2-4]. Полученная система дифференциальных уравнений решается методом Ньюмарка [2].

Следует отметить, что при определении напряженно-деформированного состояния Восточного борта при установленном КНК, мы ограничились данными, касающимся только веса конвейера, приходящегося на опоры. Эта узловая нагрузка принята равной 1 МН. При колебательном процессе системы, включающей горный откос и конвейер, помимо физико-механических параметров элементов плоской системы (горной породы) необходимо знание таких параметров конструкции КНК как площадь и моменты инерции поперечного сечения. В расчетах для стержневых элементов было условно приняты следующие значения указанных параметров:  $F=1m^2$ ,  $J=1m^4$ .

Наибольшую опасность представляет периодическая динамическая нагрузка, способная вызвать резонанс в конструкции КНК и привести его к разрушению. Для определения параметров подобной нагрузки необходимо определить собственные параметры колебаний КНК – его собственной частоты и формы колебаний, после чего проанализировать возможность возникновения динамической нагрузки с таким спектром с целью недопущения резонансных колебаний конструкции.

Решение поставленной задачи (нахождения динамических характеристик конструкции) заключается в отыскании решений, т.е. нахождения собственных значений и векторов системы

$$([K] - \omega^2[M])\{q\} = 0 \quad (3)$$

Здесь  $\omega$  – собственная частота, а  $\{q\}$  – соответствующий ей вектор собственной формы. Решение алгебраической системы осуществляется методом Мюллера. Задача нахождения частот и форм собственных колебаний решалась для системы «откос – КНК» и отдельно для самой конструкции КНК. Конструкция КНК имеет 11 опор, жестко закрепленных на откосе и соединяющий их ригель [1]. Геометрические размеры КНК, а также горного массива Восточного борта карьера приведены в [1].

Таким образом, установлены динамические характеристики КНК при воздействиях, возникающих в условиях карьера Мурунтау. Полученные результаты численных решений показывают, что основные формы представляют собой изгиб стержневой конструкции в плоскости откоса. Составленные расчетные схемы колебаний опор самой конструкции КНК и Восточного борта позволяют провести комплексные расчеты по определению напряженно-деформированного состояния Восточного борта и конструкции КНК и резонансные режимы при динамических нагрузках, возникающих в условиях ведения горных работ на карьере Мурунтау.

Комплексом геофизических исследований методами сейсмометрии определена взаимосвязь высоты борта карьера  $H$  с резонансной частотой  $f$ , резонансной частоты  $f$  со спектральной плотностью  $S$  и спектральной плотности  $S$  с объемом деформации  $V$  при внешнем воздействии равном 7-8 бальному землетрясению. Разработана

номограмма для определения прогнозных объемов деформации бортов карьера от возможного землетрясения интенсивностью 8 баллов по шкале MSK.

Изучено влияние на участок КНК внешней динамической нагрузки массовых взрывов и землетрясений в прибортовом массиве методами сейсмометрии. Установлено, что сейсмическое воздействие зависит от направления сейсмической волны землетрясений относительно оси КНК. Наибольшее воздействие оказывают сейсмические волны землетрясений, имеющие направление  $90^0$  к оси КНК. Установлен суммарный вес взрывааемых зарядов ВВ при взрыве скважин основного блока равный 300,0 т на расстоянии не менее 500 м от комплекса КНК.

#### **Литература**

1. Санакулов К.С., Шеметов П.А., Киченко В.И. Особенности технологии монтажа крутонаклонного конвейера // Горный вестник Узбекистана.- Навои, 2011.- №2.-с.18-26.
2. Зенкевич О.К. Метод конечных элементов в технике //«Мир». Москва, 1975.- 542 с.
3. Образцов И.Ф., Савельев Л.М., Хазанов Х.С. МКЭ в задачах строительной механики летательных аппаратов // «Высшая школа», Москва, 1985. -392 с.
4. Постнов В.А., Хархурим И.Я. Метод конечных элементов в расчетах судовых конструкций // «Судостроение». Ленинград, 1974. - 342 с.

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛАБОРАТОРНОГО ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДЕФОРМИРОВАНИЯ И РАЗРУШЕНИЯ КВАЗИПЛАСТИЧНЫХ ГОРНЫХ ПОРОД**

*Паньков И.Л., Асанов В.А., Ударцев А.А., Кузьминых В.С.*

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Горный институт  
Уральского отделения Российской академии наук

Одной из основных задач безопасной разработке полезных ископаемых в условиях Верхнекамского месторождения калийных и магниевых солей является исключение условий образования водопроницающих трещин водоупорного целика, отделяющего продуктивные отрабатываемые пласты от вышележащих водоносных горизонтов. Комплекс защитных мер направленных на минимизацию деформаций в водозащитной толще, обусловленных ее прогибом предполагает проведение геомеханических исследований, базирующихся на экспериментальных показателях горных пород, полученных при различных режимах и схемах нагружения. В этой связи, использование современного лабораторного оборудования, позволяющего реализовывать различные схемы испытаний горных пород с целью параметрического обеспечения геомеханического анализа состояния тонкослоистого соляного массива достаточно актуально, а изучение особенностей деформирования и разрушения соляных пород является важной составной частью геомеханического обоснования безопасных условий ведения горных работ.

Исследования проводились на соляных породах Верхнекамского месторождения, представленных каменной солью, сильвинитом и карналлитом. Исследования выполнялись по схемам одноосного сжатия (электромеханический пресс Zwick/Z250, гидравлический пресс ToniNORM), одноосного растяжения (универсальная электромеханическая машина Zwick/050), объемного сжатия по схеме Кармана (стабилометрический испытательный комплекс MTS-815), а также сдвиг со сжатием (сдвиговой испытательный комплекс MTS-816). Все эксперименты проводились с построением полных диаграмм деформирования, используемых для определения комплекса механических параметров. В процессе испытания варьировались размеры

образцов, соотношение их высоты к ширине, величина бокового и вертикального давления.

По результатам испытаний образцов различной высоты получены зависимости изменения прочностных, деформационных, жесткостных и энергоемкостных параметров квазипластичных пород в зависимости от соотношения высоты и ширины образца. Анализ результатов показал, что с уменьшением высоты образцов наблюдается увеличение прочности, разрушающей деформации, общей энергоемкости деформирования и уменьшение модуля деформации с модулем спада.

Для исследования влияния масштабного фактора на прочностные и деформационные показатели выполнен комплекс лабораторных экспериментов на кубических образцах различной величины, изготовленных по "упорядоченной схеме", позволяющей увязывать влияние структурно-текстурного строения пород на образцы различного размера. Анализ полученных результатов позволил установить, что для квазипластичных соляных пород (сильвинит и большинство разновидностей каменной соли) основным является масштабный эффект 2-го рода, механизм которого заключается в образовании деструктивного высокопластичного поверхностного слоя при изготовлении образцов. Получены аналитические зависимости, описывающие влияние размера образца на механические показатели квазипластичных соляных пород. По результатам сопоставительного анализа экспериментальных и теоретических исследований проведена оценка изменения толщины деструктивного слоя в процессе деформирования образцов квазипластичных пород.

Эксперимент при прямом растяжении проводился на прямоугольных образцах соляных пород, которые выпиливались из породных монолитов в направлении, как параллельном, так и перпендикулярном естественному залеганию слоев при постоянной скорости перемещения захватов испытательной машины, фиксирующие металлические матрицы с зацементированным в них образцом. Построение полных диаграмм деформирования на растяжение проводилось по результатам измерения продольных (осевых) деформаций поверхности образца с помощью трех выносных высокоточных датчиков консольного типа, располагаемых по схеме равнобедренного треугольника.

Для изучения влияния фактора объемного нагружения элементов несущих подземных конструкций выполнено исследование закономерностей деформирования и разрушения образцов каменной соли и сильвинита соляных пород при различных уровнях бокового давления. По результатам экспериментальных исследований построены эмпирические зависимости изменения прочностных и деформационных параметров от величины бокового давления. В целом, для большинства исследуемых прочностных и деформационных параметров отмечается увеличение их абсолютных значений с повышением бокового давления. Исключение составляют секущий модуль деформации и модуль спада, для которых имеет место снижение численных показателей с увеличением бокового давления с последующим выходом на асимптоту.

Для оценки состояния тонкослоистой соляной толщи, проводились эксперименты на сдвиг со сжатием соляных пород по разделяющим глинистым контактам, являющихся наиболее "слабым" элементом строения соляного массива. По результатам лабораторных исследований выявлены три характерных участка деформирования и разрушения контакта: допределный, разупрочнения и проскальзывания. Установлено, что прочностные параметры контакта, в основном, определяются его минеральным составом, состоянием поверхности и уровнем действующего нормального напряжения. Деформационные показатели (смещения на пределе пиковой и остаточной прочности) в первом приближении могут быть приняты постоянными и не зависящими от нормального усилия. Эффекты дилатансии, связанные с выходом границ раздела из зацепления, для соляных пород имеют место при пороговой величине сдвигового напряжения, линейно зависящей от нормальной компоненты, при этом параметры,



определяющие разуплотнение контакта, уменьшаются с ростом нормальной нагрузки.

Результаты проведенного комплекса экспериментальных исследований предназначены для параметрического обеспечения геомеханических расчетов параметров камерной системы разработки Верхнекамского месторождения калийных и магниевых солей.

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВИБРАЦИИ, ВОЗНИКАЮЩЕЙ НА ПОВЕРХНОСТИ ГОРНОГО МАССИВА, ПРИ РАБОТЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ КАРЬЕРА**

*Умаров Ф.Я., Насиров У.Ф.*

Ташкентский государственный технический университет, Узбекистан

Разработка месторождений полезных ископаемых в современных условиях связана с технологической деятельностью, приводящей к нарушению горно-геологических условий и прочностных характеристик горного массива в районе расположения выработанного пространства. Интенсивное механическое воздействие на горный массив (буровзрывные и погрузочно-доставочные работы, ввод на глубокие горизонты карьера конвейерных линий, железнодорожного транспорта, дробильно-перегрузочных пунктов и др.) порождает в горной среде колебательные процессы различной интенсивности. Эксплуатация ответственных инженерных сооружений в карьере ставит новые задачи обеспечения безопасности работы при всевозможных действиях внешних сил возникающих при ведении горных работ на карьере и природных процессов. Внешние силы в данном случае в основном разделяются на три вида:

– кратковременные динамические силы, имеющие значительные амплитуды, порядка десятка и сотни МПа, возникающие при массовых взрывах, производимых на карьерах;

– сейсмические силы, возникающие при землетрясениях. Эти силы являются длиннопериодными с низкой амплитудой, порядка 1 МПа;

– вибрационные силы длительного воздействия с незначительной амплитудой, порядка 0,01 МПа, возникающие при работе технологического оборудования карьера.

Взрывные нагрузки опасны тем, что могут вызвать сдвиги, трещины, скольжения самого борта карьера на котором расположены ответственные инженерные сооружения. Сейсмические нагрузки могут инициировать колебания горного массива с частотами близкими к частоте собственных колебаний ответственных инженерных сооружений, что может вызвать резонансные явления в конструкции оборудования. Вибрационные нагрузки могут вызвать усталостные явления на самих конструкциях ответственных инженерных сооружений при долговременном действии.

Для своевременного обнаружения и предотвращения опасных проявлений деформационных процессов необходимо вести мониторинг состояния горного массива и оценку воздействующих на него нагрузок. Так, эксплуатация карьерных экскаваторов связана с периодическими остановками и возобновлением движений формирующих инерционные силы вызывающие повышенные колебания, передающиеся горному массиву и его обнаженным поверхностям. Переходные режимы при пуске, остановке и изменении направления движения, сопровождаются переменными динамическими нагрузками, приводящими к изменению амплитудно-частотных характеристик вибрации, и в период их совпадения с собственными частотами колебания горного массива приводят к возникновению в нем резонансных колебаний. Динамическое воздействие в общем случае может рассматриваться как вибрация распространяющиеся вглубь массива и по его обнаженным поверхностям, оказывая при этом негативное

влияние на прочностные свойства слагающих пород и в ряде случаев приводящее к нарушению устойчивости массива. При отработке прибортовых запасов, при ведении погрузочных работ вблизи сложных инженерных сооружений и расположении подземных горных выработок, необходимо учитывать фактор цикличной вибрации возникающей при работе горных машин и разрабатывать мероприятия по ограничению интенсивности ведения горных работ в этом районе.

В качестве примера развития деформационных процессов при работе экскаватора можно привести ситуацию, возникшую в карьере Мурунтау, где с помощью маркшейдерских измерений зафиксировано смещение реперов, установленных на предохранительных бермах. Анализ результатов инструментальных наблюдений показал, что работа экскаватора по отгрузке горной массы вдоль нижней границы деформации на горизонте +165м оказывает различное влияние на характер смещения реперов. Репера, заложенные вдоль верхней границы участка деформирования горизонта +286м практически не двигались. Смещение реперов, на берме горизонта +225м при неработающем экскаваторе происходило со скоростью 0,05-0,1 мм/сут. При работающем экскаваторе смещение реперов увеличивалось в 3-4 раза и достигало значений 0,2-0,5 мм/сут. Наибольшее влияние работа экскаватора оказала на скорость смещения реперов, заложенных на предохранительной берме горизонта +195м. Скорость смещения реперов при работе экскаватора достигала значений 5-8 мм/сут. При прекращении работы экскаватора она резко падала до значений 0,05-0,15 мм/сут, то есть уменьшалась в 8-10 раз.

Учитывая вышеизложенное, для оценки степени влияния динамических процессов, при работе экскаватора типа TEREKRN-200 установленного на площадке бермы, на горный массив, было проведено исследование уровней вибрации, возникающей на уступе горизонта +135 м восточного борта карьера Мурунтау. Место проведения экспериментальных исследований приведено на рис. 1.



**Рис. 1. Место проведения экспериментальных исследований**

Горная масса грузилась в самосвал БелАЗ-75131 грузоподъемностью 130 т. Измерение параметров вибрации, возникающей на поверхности горного массива при работе экскаватора производилось с помощью прибора виброметр анализатор спектра Ассистент V3-RT с датчиками вибрации AP-38. Размещение измерительного оборудования произведено на небольшой горизонтальной площадке, на откосе борта карьера гор. +138 м, в 35 м от работающего экскаватора. На этой площадке устанавливался защитный домик, в котором размещался виброметр, предохраняющий его от воздействия внешних факторов (пыли, камнепада, атмосферного воздействия и т.п.). В 10 см от защитного домика в горизонтальный горный массив вертикально внедрялся металлический штырь длиной 150 мм, Ø 20 мм, с одного конца заостренный, а с другого, имеющий ровную металлическую площадку, на которой с помощью магнита крепился датчик вибрации. Провод между прибором и датчиком прижимался к горному массиву кусками породы. Оси координат датчика ориентировались следующим образом: ось X – вглубь массива, ось Y – параллельно поверхности уступа в месте установки, ось Z – вертикально вверх. Прибор работал в режиме непрерывной записи в течение 20 часов. Запись производилась на flash-карту объемом 4 Гб.

Участки диаграммы до начала цикла и после его завершения характеризуют уровень собственной (фоновой) вибрации горного массива.

Таким образом, вибрация горного массива, возникающая при работе экскаватора, носит циклический характер, повторяющий цикл его работы. Максимальные значения уровней вибрации массива возникают при выгрузке горной массы в кузов автосамосвала из ковша экскаватора. При отработке прибортовых запасов, при ведении погрузочных работ вблизи сложных инженерных сооружений и расположении подземных горных выработок, необходимо учитывать фактор циклической вибрации, возникающей при работе горных машин и разрабатывать мероприятия по ограничению интенсивности ведения горных работ в этом районе.

### **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ И ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ БУФЕРНЫХ ВРЕМЕННЫХ СКЛАДОВ ПРИ ИХ ОТСЫПКЕ НА ПЛОЩАДКАХ УСТУПОВ КАРЬЕРА**

*Очилов Ш.А.<sup>1</sup>, Коцарева Н.К.<sup>2</sup>, Джуманиязов Д.Д.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Ташкентский государственный технический университет, Республика Узбекистан

<sup>2</sup>Навоийский государственный горный институт, Республика Узбекистан

Одним из основных мероприятий для стабилизации грузопотока горной массы на конвейерный транспорт и обеспечения полноты его загрузки является отсыпка промежуточных складов около перегрузочного пункта. Такой склад служит в качестве компенсационной емкости при положительных вариациях грузопотока по сравнению с приемлемой емкостью конвейерного комплекса или производится подпитка при отрицательных вариациях.

Таким образом, отсыпка горной массы в склад осуществляется автосамосвалами при превышении почасовых грузопотоков, поступающих на перегрузочный пункт или при непредвиденных остановках конвейерного комплекса. Отгрузка со склада на конвейерный комплекс выполняется при грузопотоках, меньше потребных для полной загрузки конвейера, которые имеют место в начале, середине и конце смены.

Исследованиями установлено [1], что сглаживание неравномерности грузопотока при бункерных перегрузочных пунктах требует значительной строительной высоты и их количества. Так, при строительной высоте пункта до 30 м максимальный объем бункера грохотильного пункта может достигнуть 2-2,5 тыс.м<sup>3</sup>, что не удовлетворяет условиям динамической взаимосвязи циклического и поточного видов транспорта. Кроме того, перегрузочные пункты в карьере при ЦПТ являются временными переносными, в связи с чем строительный объем должен быть минимальным.

Формирование буферных складов на площадках уступов внутри карьера, по сравнению с другими схемами, осуществляется технологически наиболее просто, при этом не требуется капитальных строительных сооружений и устройств, что является их преимуществом. Однако такие склады предполагают использование при их отгрузке экскавационного оборудования и транспортных средств циклического или непрерывного действия.

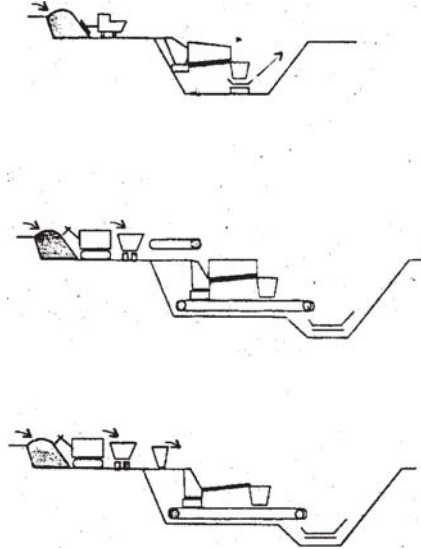
В связи с ограниченной возможностью в карьере отсыпки склада, а необходимость площадки для него требует дополнительный объем горных работ при разносе борта карьера, такой склад может отсыпаться на площадке горизонта с временным его зачлениванием. При этом рационально устройство перегрузочного пункта вне траншеи с использованием передаточного конвейера, что позволит не только приблизить его к промежуточному складу, но и осуществить устройство площадки для маневров автосамосвалов на пункте не капитальной, а временной с зачлениванием этого горизонта.

На рис. 1 приведен ряд разработанных технологических схем отгрузки горной массы со склада и передачи ее на перегрузочный пункт конвейерного комплекса [1].

Отгрузка породы со склада и транспортирование может осуществляться экскаватором и автосамосвалами (рис. 1,а). Такая схема характеризуется значительными затратами, поскольку отгрузка требуется только в определенное время, а не постоянно.

При небольшом расстоянии склада от перегрузочного пункта, передача породы на пункт может выполняться с использованием погрузчиков, посылаемых при необходимости на склад.

Наиболее рациональной является схема отгрузки (рис. 1,б) с использованием погрузчика (экскаватора) и конвейера от склада до перегрузочного пункта. Такой конвейер должен транспортировать рядовую горную массу без предварительной подготовки. Для этого может быть использован обычный конвейер с подающими роликоопорами или безроликовый конвейер (питатель) с  $B=1600-2000$  мм в связи с небольшой скоростью ленты в соответствии с потребной производительностью. Недостатком такой схемы является пересечение конвейерным ставом проезжей части площадки уступа, что предопределяет необходимость в месте дороги установки конвейера в галерее. Такой недостаток исключается при схеме отгрузки породы со склада с использованием погрузчика (экскаватора) и специальных емкостей (думпкары, конвейерные поезда и др.), передвигаемые по железнодорожным путям от склада до перегрузочного пункта.



**Рис. 1. Технологические схемы отгрузки горной массы из буферного склада на перегрузочный пункт**

Экономическая целесообразность промежуточных складов при различных технологических схемах его отгрузки и расстояний транспортирования от забоев на

склад и от него не перегрузочный пункт или на поверхность в отвал в зависимости от величины грузопотоков (потери производительности транспортно-перегрузочного комплекса) приведена ниже.

При циклично-поточной технологии в случае остановки конвейера возможны следующие схемы работы внутрикарьерного автотранспорта: вывозка горной массы из забоя на поверхность автотранспортом с последующим бульдозерным отвалообразованием и транспортирование горной массы из забоя на промежуточный склад, расположенный около перегрузочного пункта. Во втором случае после пуска конвейера заскладированная горная масса транспортируется автотранспортом, автопогрузчиками или конвейером на перегрузочный пункт и перегружается на подъемный конвейер.

Состав работ при применении промежуточного склада - транспортирование из забоя до промежуточного склада автотранспортом, погрузка экскаватором на автотранспорт и транспортирование на перегрузочный пункт, перегрузка с автотранспорта на конвейер, транспортирование конвейерами до отвала на поверхности, отвалообразование отвалообразователем.

Таким образом, можно сделать вывод, что промежуточные склады экономически целесообразны при значительных потерях производительности конвейера и больших расстояниях транспортирования горной массы от забоя на отвал. Наиболее целесообразны промежуточные склады с погрузкой горной массы экскаватором ЭКГ-8И на автотранспорт (при потере производительности конвейера 3-15%) и склады с погрузкой горной массы автопогрузчиком на промежуточный конвейер (при потере производительности свыше 15%) При небольших потерях производительности конвейера (до 3-5%) целесообразно горную массу при остановке конвейера вывезти автотранспортом на отвал.

#### **Литература**

1. Шеметов П.А. Повышение эффективности использования георесурсного потенциала при разработке месторождений. – Ташкент: «Фан» АН РУз, 2005. – 122 с.

Воробьев А.Е., Чекушина Т.В., Воробьев С.Е. Способы и методы формирования техногенных минеральных объектов при открытой разработке сложноструктурных месторождений. – М.: ЦНИИЦВЕТМЕТ экономики и информации, 1990. – 68 с.

Трубецкой К.Н., Воробьев А.Е. Основы ресурсовоспроизводящих технологий складирования и хранения некондиционного минерального сырья // Горный журнал №5, 1995. – С. 47-51.

Воробьев А.Е. Преобразование качества некондиционного минерального сырья в складах и отвалах // Горный журнал №11-12, 1996. – С. 89-91.

### **РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ЭФФЕКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ СКВАЖИННЫХ ЗАРЯДОВ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ ПРИ КОНТУРНОМ ВЗРЫВАНИИ**

*Норов Ю.Д.<sup>1</sup>, Заиров Ш.Ш.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Навоийский горно-металлургический комбинат, Республика Узбекистан

<sup>2</sup> Навоийский государственный горный институт, Республика Узбекистан

Заоткоска уступов с применением обычных способов взрывания вызывает значительные нарушения законтурного массива, что приводит к выполаживанию откосов по сравнению с проектом и требует дополнительных затрат на искусственное укрепление откосов уступов или разноску бортов с целью восстановления транспортных берм на предельном контуре карьера. Практика ведения взрывных работ показала, что наиболее технологичным и эффективным способом заоткоски уступов и

обеспечения сохранности массива является предварительное создание по проектному контуру экранирующей щели.

В настоящее время достигнут значительный прогресс в области применения контурного взрывания на открытых работах. Однако не решен ряд ключевых вопросов, связанных с выбором рациональных параметров контурного взрывания, прогнозной оценкой и выбором методов повышения эффективности специальной технологии заоткоски уступов. Одним из наиболее существенных недостатков является то, что требования устойчивости не учитываются при выборе параметров буровзрывных работ (БВР). Влияние специальных методов ведения БВР на устойчивость откосов уступов лишь констатируется после выполнения работ.

В связи с этим исследование методов управления процессом разрушения пород и разработка эффективных параметров контурного взрывания, позволяющих получать устойчивые откосы уступов является актуальной научной и практической задачей.

Эффективными считаются параметры контурного взрывания, обеспечивающие создание максимально широкой экранирующей щели при заданном ограничении мощности зоны нарушений межблочных связей в приоткосной части охраняемого массива.

Диаметр оконтуривающих скважин определяется исходя из допустимой ширины зоны нарушений и максимального полезного использования объема скважин по формуле [1]

$$d_c = 6,7 \frac{[\varepsilon](R+1)^n P_H^2}{(n-1)P_{H0}^2}, \quad (1)$$

где  $[\varepsilon]$  – относительная остаточная деформация массива, соответствующая границе зоны нарушения межблочных связей. При деформациях сжатия (растяжения)  $[\varepsilon]=0,002, n$  – показатель степени затухания остаточных деформаций с расстоянием. Определяется экспериментальным путем или принимается  $n \approx 2,0$ ;  $R$  – допустимая ширина зоны нарушений межблочных связей в приоткосной части уступа, задаваемая из соображений устойчивости для произвольной точки по высоте уступа, но за пределами сильно нарушенной зоны в верхней части уступа, м;  $P_{H0}$  – акустический показатель трещинной нарушенности массива в условиях естественного залегания. Характеризует влияние природной трещиноватости на прочностные и деформационные характеристики скального массива в сравнении с образцом породы;  $P_H$  – акустический показатель трещинной нарушенности массива на глубине, для которой задается ограничение по ширине зоны нарушений.

Допустимую ширину зоны нарушений межблочных связей за пределами зоны влияния предыдущих взрывов следует принимать равной  $R=1,5-3,0$  м. Для наиболее ответственных участков, где не допускается увеличение трещинной пустотности массива в приоткосной части, следует принимать  $R=1,0-2,0$  м. Меньшие значения относятся к мелкоблочному массиву и неблагоприятной ориентации систем трещин относительно откоса. Большие значения относятся к крупноблочному массиву при отсутствии опасных систем трещин.

Ширина зоны нарушений при выбранных параметрах контурного взрывания определяется по формуле [1]:

$$q_w = 4AB^{-2}\eta^{-1}\eta_{\phi p}^{-1}(n-1)^{-2}[\varepsilon]^2(R+1)^{2n}a + 0,5\pi B^{-1}\eta^{-1}\eta_{\phi p}^{-1}(n-1)^{-1}d_c^2[\varepsilon](R+1n), \quad (2)$$

где  $A$  и  $B$  – коэффициенты, учитывающие деформационные характеристики трещиноватого скального массива и их изменение по высоте уступа вследствие нарушенности массива предыдущими взрывами [1]:

$$A = \frac{1}{K_o(n-1)} \left\{ 1 + \frac{h_2-h_1}{L_3 \sin \alpha_y} \left[ (h_2-h_1) \frac{P_{H0}}{P_{Hh_1}} - 1 \right] \right\}; \quad (3)$$

$$B = \frac{1}{K_0(n-1)} \left( \frac{P_{\text{нн}}}{P_n} \right)^2; \quad (4)$$

где  $L_3$  – длина заряда в оконтуривающих скважинах, м;  $\alpha_y$  – угол наклона оконтуривающих скважин к горизонту, град. Принимается равным проектному углу откоса уступа;  $h_1$  – мощность верхнего разрушенного слоя пород, м;

$$h_1 = l_{\text{пер}} + (6 \div 7)d_c; \quad (5)$$

$h_2$  – глубина, соответствующая нижней границе зоны остаточных деформаций от взрыва при дроблении пород вышележащего горизонта, м,

$$h_2 = (30-40)d_c + h_1; \quad (6)$$

$P_{\text{нн}h_1}$  – акустический показатель трещинной нарушенности массива на границе градиентной зоны и верхней сильно нарушенной зоны (на глубине  $h_1$ ). С учетом потенциальной возможности сохранения устойчивости откоса уступа следует принимать  $P_{\text{нн}h_1} = 0,2$ ;  $K_0$  – коэффициент, характеризующий сопротивляемость уплотнению ненарушенного предыдущими взрывами трещиноватого скального массива за счет схлопывания трещин при динамическом нагружении, Па. Для ориентировочных расчетов можно принять

$$K_0 \eta^{-1} \eta_{\text{ср}}^{-1} = (0,002-0,003)E.$$

Если рассчитанная ширина зоны нарушений превосходит допустимую на значение, превышающее точность эксперимента (20%), то следует принять меньший диаметр скважин.

Промышленное испытание эффективных параметров скважинного заряда ВВ при контурном взрывании проводилось в соответствии с вышеприведенной методикой на карьере Мурунтау Навоийского горно-металлургического комбината (Республика Узбекистан).

На основании исследований на карьере Мурунтау определены предельные значения углов откосов уступов и бортов карьеров. Разработана и внедрена технология экранирования приконтурной зоны от массовых взрывов в карьерах. Определены параметры экранирующей щели на высоту уступов 15, 30 и 45 м. Взрывание скважин экранной щели осуществляется шланговыми ВВ. В карьере Мурунтау создан специальный буровой станок, позволяющий бурить скважины на глубину от 40 до 60 м под углами 45, 55, 65, 70 и 75°, диаметром 190, 215 и 245 мм. Перечисленное инновационное техническое решение, реализованное в Навоийском ГМК, направленное на повышение устойчивости откосов уступов и бортов глубокого карьера, позволило на протяжении многих лет стабильно наращивать производство золота.

Многочисленные инструментальные съёмки откосов уступов и бортов глубокого карьера Мурунтау показывают, что без специальной заоткоски в крепких слаботрещиноватых породах углы откосов уступов колеблются в пределах от 45° до 70°, так как большое влияние на них оказывает сейсмическое воздействие от массовых взрывов. Бермы в большинстве случаев засыпаны выветрелыми осыпавшимися породами и борта карьера на отдельных участках представляет сплошной борт. В глубоком карьере наклонные скважины для контурного взрывания бурятся на всю высоту 30-метрового уступа и их глубина достигает 40 м. Такие скважины имеют тенденцию при бурении искривляться и даже пересекаться, что затрудняет создание экранирующей щели с ровными устойчивыми стенками.

#### Литература

1. Граур М.И. Управление процессом разрушения пород при контурном взрывании с целью получения устойчивых откосов уступов на карьерах / Дисс. ... канд. техн. наук. – Москва: МГИ, 1981. – 153 с.

Воробьев А.Е., Мирзаева Ф.Ж. Разработка методики инженерного расчета параметров уплотнения глубинными взрывами грунтовых массивов // Материалы 6-ой

Международной конференции по проблемам горной промышленности, строительства и энергетики: Социально-экономические и экологические проблемы горной промышленности, строительства и энергетики. Т 1. ТулГУ, Тула, 2010. С. 220-222.

Воробьев А.Е., Мирзаева Ф.Ж. Основные параметры уплотнения глубинными взрывами грунтовых массивов // Труды 18-ой международной научной конференции «Лазерно-информационные технологии в медицине, биологии и геоэкологии». КубГТУ. Новороссийск. 2010. С. 142-143.

Воробьев А.Е., Мастонов Р.А. и др. Оптимизация параметров буровзрывных работ // Инновационное развитие и востребованность науки в современном Казахстане. Ч. 4. Алматы. 2010. С. 19-23.

## **ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ РАБОТ НА ЗАКОНОМЕРНОСТИ ГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ПРИКАРЬЕРНОМ МАССИВЕ**

*Мажитов А.М., Шаронова А.А., Нуриев Д.Р.*

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова»

Как известно, комбинированная разработка месторождений приводит к формированию сложной геомеханической ситуации в зоне ведения горных работ. Подземные горные работы за контуром карьера изменяют напряженно-деформированное состояние прикарьерного массива, прочностные характеристики вмещающих пород, а, следовательно, и сложившееся соотношение удерживающих и сдвигающих сил в массиве борта, положение поверхности скольжения.

Геомеханическая оценка влияния подземных горных работ на напряженно-деформированное состояние прибортового массива проводилась на примере месторождения «Камаганское», находящегося на территории республики Башкортостан к западу от г. Сибай. Месторождение представлено группой линзообразных и пластообразных залежей мощностью от 1-1,5 м до 20 м. Руды сплошные и вкрапленные с содержанием меди от 1,4 до 3 % и цинка от 1 до 2,3 %.

Доработка месторождения «Камаганское» подземным способом приводит к подработке охраняемых объектов на поверхности. К таким объектам относятся: линии электропередач ВЛ-110 кВ, проходящие вдоль северо-западного борта карьера; действующий карьерный съезд, находящийся на северо-восточном борту карьера, и обеспечивающий связь подземных выработок с поверхностью; действующая нефтебаза, расположенная вблизи юго-восточного борта карьера.

В связи со сложившейся обстановкой в районе месторождения обозначились задачи, которые включают в себя комплекс исследований по оценке напряженно-деформированного состояния массива пород в районе охраняемых объектов:

- анализ технологии ведения подземных горных работ;
- оценка изменения физико-механических свойств пород и руд в процессе ведения открытых и подземных горных работ;
- разработка математической модели для установления закономерностей взаимодействия геомеханических процессов;
- натурные исследования напряженности горного массива;
- сопоставление результатов математического моделирования геомеханических процессов, натурных исследований и аналитических расчетов.

По результатам проведенных исследований было выявлено несоответствие технологии очистной выемки рудных тел месторождения проектной. В результате чего активизировались деформационные и оползневые процессы в подрабатываемых бортах



карьера. В качестве основных причин, приведших к активизации деформаций бортов карьера, можно выделить: наличие значительного числа разноориентированных тектонических трещин на участках бортов; отсутствие подпора бортов в виде дополнительного пригруза пустыми породами при выемке разделительного целика; возможное увеличение коэффициента недозаклада выработанного пространства твердеющей смесью при выемке основных запасов рудных тел, установленное в 5 %; обводнение ослабленных выветрелых пород и наносов на верхних горизонтах бортов, в том числе за счет техногенных стоков; массовые взрывы в период производства очистных работ.

В заключении даны рекомендации по безопасной и эффективной отработке месторождения «Камаганское». В частности, отработка запасов в северо-западном борту карьера возможна только после формирования необходимого объема пригруза пустыми породами для сдерживания деформационных процессов. Отработка запасов в северо-восточной части месторождения требует переноса карьерного съезда на юго-восток, так как отработка данных запасов оказывает незначительное (в пределах нормы для данного вида охраняемого объекта) влияние на поверхность и борта карьера. В общем можно сделать выводы, что подземная доработка месторождения вызывает деформационные процессы, протекающие в виде просадок прибортовой поверхности и верхних уступов, сложенных наносами и выветрелыми породами, а также раскрытия трещин и увеличения их количества. В связи с активизацией деформационных процессов необходима приостановка горных работ до стабилизации состояния откосов с обязательным выполнением расчетов устойчивости деформирующихся участков и составлением соответствующих рекомендаций.

#### **Литература**

Воробьев А.Е., Джимиева Р.Б., Портнов В.С., Таткеева Г.Г. Механизм перераспределения напряжений в горном массиве // Труды международной научной конференции «Наука и образование – ведущий фактор стратегии Казахстан-2030» 24-26 июня 2010 г. Часть 3. Караганда. КарГТУ. 2010. С. 195-197.

Воробьев А.Е., Джимиева Р.Б., Портнов В.С., Сеилханов Т.У. Горные технологии, полезно использующие горное давление // Труды международной научной конференции «Наука и образование – ведущий фактор стратегии Казахстан-2030» 24-26 июня 2010 г. Часть 3. Караганда. КарГТУ. 2010. С. 198-200.

### **ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ДРОБЛЕНИЯ МАССИВА РАЗНОПРОЧНЫХ ГОРНЫХ ПОРОД ЗАРЯДАМИ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ С КУМУЛЯТИВНЫМ ЭФФЕКТОМ**

*Норов Ю.Д.<sup>1</sup>, Бунин Ж.В.<sup>2</sup>, Нутфуллаев Г.С.<sup>2</sup>, Заиров Ш.Ш.<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Навоийский горно-металлургический комбинат, г. Навои, Республика Узбекистан

<sup>2</sup>Российский государственный геологоразведочный университет им. Серго  
Орджоникидзе (МГРИ-РГГРУ), г. Москва, Российская Федерация

<sup>3</sup>Навоийский государственный горный институт, г. Навои, Республика Узбекистан

Теоретические и производственные исследования, проведенные на карьере ТашкураДжерой-Сардаринского месторождения фосфоритов позволили разработать и промышленно внедрить новый способ дробления разнопрочных горных пород с использованием кумулятивного эффекта в сложных горно-геологических условиях, включающий бурение основных и укороченных скважин, определение в процессе бурения контура в плане, отметок почвы и кровли крепких включений, размещение в основных и дополнительных скважинах зарядов ВВ, выполнение забойки и взрывание, отличающийся тем, что глубину дополнительных скважин определяют соотношением:

$$l_{ук} = \frac{\sum_{i=1}^n l_{опi}}{n} - (5...8)d_{скв}, \text{ м}, \quad (1)$$

где  $l_{опi}$  – отметка подошвы твердого включения по глубине основных скважин, между которыми расположена соответствующая дополнительная скважина, м;  $n$  – число основных скважин, между которыми расположена соответствующая дополнительная скважина;  $d_{скв}$  – диаметр заряда ВВ в дополнительных скважинах, м.

В основных скважинах заряд ВВ рассредоточивают инертным промежутком, который размещают в менее прочных породах до уровня почвы крепкого включения, а его высоту определяют из выражения:

$$l_{нр} = (0,25 \div 0,3)l_n, \quad (2)$$

где  $l_n$  – высота нижней части заряда.

При зарядании дополнительных скважин, на дно скважины опускают конусную облицовку с диаметром, равным диаметру скважины и имеющий угол вершины  $45^\circ$ , закладывают заряд высокомоощного ВВ, имеющего скорость детонации не менее 5000 м/с и затем до уровня кровли крепкого включения производят дозарядание ВВ с другими свойствами, выбираемыми известными способами. Массу заряжаемого высокомоощного ВВ рассчитывают по формуле:

$$Q = (3 \div 4) \cdot q \cdot h_{кв}^3, \text{ кг}, \quad (3)$$

где  $q$  – удельный расход ВВ,  $\text{кг/м}^3$ , принят  $0,5 \div 0,6 \text{ кг/м}^3$ ;  $h_{кв}$  – мощность крепких включений, м.

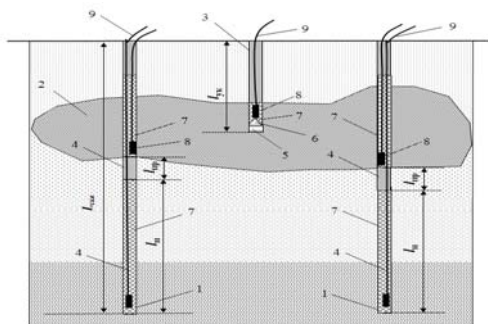
Взрывание рассредоточенных зарядов ВВ производят одновременно с опережающим короткозамедленным инициированием верхнего заряда, взрывание заряда ВВ в дополнительных скважинах производят с короткозамедленным опережением от расположенных вблизи верхних рассредоточенных зарядов.

Способ реализуется следующим образом (рис. 1). На подлежащем к взрыву блоке принимают базовую сетку для бурения основных скважин, которую определяют на основе результатов опытных взрывов. Бурение основных скважин – 1 производят по разнопрочному массиву горных пород на полную высоту взрываемого уступа. В процессе бурения по изменениям скорости и режимов бурения, цвета и состояния, выдаваемых на поверхность продуктов разрушения геолого-маркшейдерской службой определяют наличие, контур в плане, отметки кровли и почвы крепких включений – 2. Внутри контура в плане крепких включений бурят дополнительные укороченные скважины – 3, которые располагают в центре четырехугольников, образованных соседними основными скважинами – 1. Глубина укороченных скважин определяется по формуле (1).

При зарядании основные скважинные заряды рассредотачивают инертным промежутком – 4, который размещают в менее прочных породах до уровня почвы крепкого включения, а его высоту определяют по формуле (2).

При зарядании укороченных скважин, на дно закладывают заряды с кумулятивной выемкой, которые конструируют следующим образом. В скважину опускают пенопластовый цилиндр – 5 высотой  $(6 \div 8)d$  (где  $d$  – диаметр кумулятивного заряда, мм), который служит для создания фокусного расстояния. Далее опускают конус – 6, изготовленный из металлической пластинки с диаметром равным диаметру скважины и имеющий угол вершины  $45^\circ$ . Затем закладывают заряд ВВ – 7, масса которого ВВ рассчитывают по формуле (3).

Взрывание рассредоточенных основных скважинных зарядов ВВ производят одновременно с опережающим короткозамедленным инициированием верхнего заряда, взрывание заряда ВВ в укороченных скважинных производят с короткозамедленным взрыванием с опережением от рассредоточенных основных скважинных зарядов на 5-10 мс.



1 – основные скважины; 2 – твердое включение в массиве разнопрочных горных пород; 3 – укороченная скважина; 4 – инертный промежуток из бурового шлама; 5 – пенопластовый цилиндр (фокусное расстояние); 6 – конус из металлической пластинки; 7 – взрывчатое вещество; 8 – промежуточный детонатор; 9 – источник инициирования ударно-волновой трубкой неэлектрической системы инициирования

**Рис. 1. Способ разрушения массива разнопрочных горных пород взрывами рассредоточенных и укороченных скважинных зарядов с кумулятивным эффектом**

Определены эффективные параметры буровзрывных работ при дроблении массива разнопрочных горных пород, позволяющие установить длину рассредоточенных частей основных скважинных зарядов ВВ, эффективную глубину укороченных скважин и массу заряда в них в зависимости от удельного расхода ВВ и мощности крепкого пропластка, на основе которых разработана методика их инженерного расчета.

Разработанный промышленно внедренный способ взрывного разрушения массива разнопрочных горных пород рассредоточенными и укороченными скважинными зарядами с кумулятивным эффектом, позволил произвести равномерное дробление горных пород по высоте уступа за счет направленного использования энергии взрыва по крепким пропласткам, увеличить сетку взрывных скважин на 30%, снизить удельный расход ВВ на 20% и затраты на бурения взрывных скважин на 15%.

В результате внедрения разработанного способа и эффективных параметров БВР при дроблении массива разнопрочных горных пород на карьере Ташкура Джерой-Сардаринского месторождения фосфоритов фактический экономический эффект составил 5,57 млн. руб. на 1,252 млн. м<sup>3</sup> взорванной горной массы.

## **НОВЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ В ОБЛАСТИ КРЕПЛЕНИЯ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК**

*Волков П.В., Зубков А.А., Волкова Г.Р.*

ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

В настоящее время на многих подземных рудниках Урала, Якутии, Кольского полуострова проведены опытно – промышленные (ОПИ) самозакрепляющейся анкерной крепи (СЗА) производства ООО «УралЭнергоРесурс» и её модификаций, а также сухих смесей типа МБВ для производства набрызгбетонных работ.

Крепёж на основе СЗА зарекомендовала себя с положительной стороны и по сравнению с классическими анкерными системами обладает следующими конкурентными преимуществами: не требуется использование закрепляющих составов на основе цемента и полимеров, повышается безопасность работ в связи с отсутствием рабочих в незакрепленном пространстве, сокращаются трудозатраты, возможность применения в сложных горно-геологических условиях: наличие тектонических разломов; проявления горного давления в динамической форме; высокая трещиноватость массива (3-10 тр./м.); наличие вывалов, увеличивающих сечение выработок в 1,5-2 раза.

В процессе ОПИ и внедрения крепей разработан комплекс технических решений для крепления выработок в сложных горно-геологических условиях.

Так, крепление выработок предложено производить анкерами диаметром 46- 48 мм длиной 2,0-3 м в составе следующих типов усиленных комбинированных видов крепей:

1) СЗА - Армocreпёж - набрызгбетон - УКК - набрызгбетон. В состав крепей входят анкер СЗА, армокаркасы размером 950X950 мм, плита опорная УКК, сетка листовая. Технология крепления состоит из двух этапов и заключается: этап 1 - по периметру выработки бурятся шпуров глубиной 3 м, в которые производится установка анкеров СЗА с помощью буровой каретки и специальных устройств (люнет, пуансон) совместно с армокаркасами и плитой опорной УКК. Далее производится нанесение слоя набрызгбетона толщиной 5-8 см. Этап 2 - поверх слоя набрызгбетона производится навеска листовой сетки, закрепляемой к опорной плите анкера СЗА. Поверх сетки наносится второй слой набрызгбетона до полного ее покрытия (толщина до 5-8 см). В итоге получается грузонесущая конструкция, поддерживаемая породы в контурах выработок за счет анкеров и создаваемого слоя набрызгбетона общей толщиной 10-16 см, работающего как монолитный бетон с двойной армировкой.

2. СЗА - С-армокрепёж - набрызгбетон. В состав крепей входят анкер СЗА, сдвоенные или строенные армокаркасы размером 1800-2700 x 950 мм, стандартная опорная плита. Технология крепления заключается также в установке анкеров в шпуров по периметру выработки совместно с С-армокаркасами. При этом в местах наложения смежных секций армокаркасов обеспечивается их увязка друг с другом посредством установки анкера в пересекающихся ячейках. Таким образом в выработке по всему периметру создается взаимосвязанная каркасная затяжка на ширину 950 мм. Далее наносится слой набрызгбетона толщиной до 10-16 см. В итоге также создается грузонесущая конструкция за счет связанных между собой секций С-армокаркасов и слоя набрызгбетона, работающего как армированный бетон.

3. СЗА - С-армокрепёж - набрызгбетон - УКК - набрызгбетон. Совокупность варианта 2 и 1. По периметру выработки создается затяжка посредством сдвоенных (строенных) армокаркасов, наносится первый слой набрызгбетона 5-8 см, навешивается листовая сетка и далее второй слой набрызгбетона 5-8 см. Данный способ позволяет обеспечить наибольшую прочность создаваемой конструкции и является наиболее предпочтительным с точки зрения удержания вывалоопасных метаморфизованных пород.

Использование указанных видов крепей на основе СЗА позволило обеспечить безопасность обслуживающего персонала в период работ по креплению за счет исключения нахождения людей в незакрепленном пространстве - установка крепей осуществляется манипулятором буровой установки, чего нельзя обеспечить при использовании других видов как анкерной крепей, так и тяжелых металлических крепей типа рам СВП.

Одним из основных способов поддержания устойчивого состояния горных выработок является применение набрызгбетонной смеси. Данный вид крепей является достаточно технологичным и универсальным, однако имеет ряд недостатков:

продолжительное время набора прочности; высокий отскок материала от контуров выработок; зависимость прочностных показателей нанесенного материала от опыта сопловщика.

В результате проведенных лабораторных испытаний образцов по ГОСТу 310.3-76 получили, что начало схватывания материала МБВ наступает через **100** минут, а конец схватывания через **170** минут.

Анализ прочностных характеристик на изгиб материалов МБВ 410 и МБВ 400 показывает, что при лабораторных испытаниях на 28 суток получены соответственно значения 7,8 и 8,8 МПа, что выше прочностных показателей на изгиб набрызгбетона, приготовленного с использованием цемента марки М400 в 6,5 и 7,3 раза.

Прочностные показатели материалов МБВ 410 и МБВ 400 на сжатие при лабораторных испытаниях равно на 28 суток соответственно 43 и 42 МПа, что соответствует классу бетона В 40.

При проведении опытно – промышленных испытаний определены следующие характеристики цементного покрытия из материала МБВ 410:

- сцепление 3,15 МПа;
- предел прочности на изгиб 8,9 МПа;
- предел прочности на сжатие 43,9 МПа.

из материала МБВ 410:

- сцепление 2,67 МПа;
- предел прочности на изгиб 10,1 МПа;
- предел прочности на сжатие 42,1 МПа.

Исходя из полученных прочностных характеристик материала МБВ возможно уменьшить толщину крепи по сравнению с набрызгбетонной крепью с 8 см до 5-6 см., с 5 см до 3-4 см., с 3 см до 1-2 см.

Для всестороннего изучения покрытия из материала МБВ необходимо провести крупномасштабные опытно–промышленные испытания в условиях строящихся и действующих подземных рудников.

#### **Литература**

1. Инструкция по креплению и поддержанию капитальных, подготовительных, нарезных и разведочных выработок Сафьяновского подземного рудника. –ИГД УрО РАН, Екатеринбург, 2014.

2. Строительные нормы и правила СНИП II-94-80 «Подземные горные выработки» Государственный комитет СССР по делам строительства (Госстрой СССР).

3. Единая технологическая инструкция по применению набрызгбетонной, штанговой и комбинированной крепей в капитальных подготовительных и очистных выработках рудников цветной металлургии. М.: МЦМ СССР, 1978.

4. Шахтное и подземное строительство: Учеб. для ВУЗов – 2 – е изд., перераб и доп. В 2 т. Б.А. Картозия, Б.И. Федунец, М.Н. Шуплик, - М.: изд Академии горных наук, 2001 г., Т II, - 582 с.: илл.

5. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности "Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых" (утв. приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 11 декабря 2013 г. N 599)

6. Единые нормы выработки и времени на подземные очистные, горнопроходческие работы для шахт и рудников горнодобывающей промышленности. Часть II. Расчетные нормативы времени на операцию рабочих процессов // М. НИИ труда, 1985, 325с.

## ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАГНЕЗИАЛЬНЫХ ТАМПОНАЖНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ОСВОЕНИИ НЕДР ПОДЗЕМНЫМИ ГОРНЫМИ ВЫРАБОТКАМИ

*Толкачев Г.М., Козлов А.С., Шилов А.М., Анисимова А.В.*

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» (ПНИПУ)

Министерство образования и науки Российской Федерации

В связи с увеличением объёмов добычи различных видов полезных ископаемых и усложнением горно-геологических и технико-технологических условий их разработки, а также принимая во внимание тот факт, что большинство природных ресурсов относятся к не возобновляемым, а спрос на них постоянно растёт, особое внимание должно уделяться решению вопросов рационального недропользования, являющегося неотъемлемой компонентой природопользования.

Особенностью освоения месторождений водорастворимых солей подземными горными выработками является опасность проникновения в рудники пресной воды и пластовых вод. Это приводит к интенсивному растворению соляных пород и к неизбежной гибели рудников, к безвозвратной потере балансовых запасов полезного ископаемого [1]. Возможными каналами миграции могут быть трещины, карстовые пустоты, естественные и техногенные нарушения водозащитных толщ, а также негерметично разобщённые флюидосодержащие породы в заколонном (затюбинговом) пространстве стволов горных выработок, соединяющих разрабатываемые продуктивные горизонты с дневной поверхностью.

Опасность затопления рудников определяет выбор способов вскрытия и разработки месторождений водорастворимых солей. Поэтому для предотвращения возникновения любой связи соляной толщи с флюидами недр предусматривается целый комплекс охранных мер. Особую сложность среди этих мер представляют инженерно-технические задачи, связанные с выбором специальных тампонажных составов, целью которых является формирование надёжной крепи горных выработок, изолирующей соляную толщу от флюидосодержащих горизонтов.

В настоящее время для этих целей практически повсеместно применяют тампонажные материалы на основе портландцемента. Однако, далеко не всегда с их использованием удаётся успешно решить поставленные задачи. В первую очередь это связано с тем, что цементный камень, полученный на основе традиционно используемого тампонажного портландцемента, затворённого как на пресной воде, так и на насыщенном водном растворе хлорида натрия, не может образовывать адгезионной связи с водорастворимыми солями и формировать на границе с ними флюидонепроницаемый контакт.

Получение достаточно прочных связей между цементным камнем и соляными породами возможно только лишь в случае химического подобия или родства солей и применяемых материалов [2]. Известно, что магнезиальные цементы, представляющие собой продукт химической реакции взаимодействия оксида магния ( $MgO$ ) с водным раствором хлорида магния ( $MgCl_2$ ) при затвердевании на контакте с водорастворимыми природными солями хлоридами натрия, калия и магния (галит, карналлит, бишофит, сильвинит) формируют цементный камень, образующий прочную на кристаллохимическом уровне связь. Помимо этого, магнезиальные цементы характеризуются и высокой стойкостью в контакте с водными растворами этих солей.

Впервые для тампонажных работ магнезиальный цемент был применён на соляном штоке Гедвигсбург в 1899 г. при изоляции камеры в каменной соли перемычкой длиной 67 м от притока хлормагнезиевого рассола.

В 1923 г. на руднике «Бисмарксгаль-Бишоффероде» нагнетанием магнезиального цемента были изолированы притоки рассола из незначительных неплотностей в теле ранее установленной перемычки, что обеспечило возможность дальнейшей эксплуатации рудника [1].

В СССР до 1975 г. магнезиальные цементы использовались при ликвидационном тампонаже геологоразведочных скважин на Верхнекамском и Эльтонском месторождениях калийно-магниевых солей [3, 4]. Но ввиду отсутствия в отечественной промышленности целевого производства вяжущей основы магнезиального цемента, а также недостаточной изученности их физико-химических свойств разработанные составы магнезиальных тампонажных материалов (МТМ) не нашли широкого применения.

Наиболее успешно задача изоляции соляной толщи от флюидосодержащих пластов решена в Пермском политехническом институте (ныне ПНИПУ) при разработке технологических средств строительства глубоких скважин для безопасного освоения месторождений нефти и газа, территориально совмещенных с Верхнекамским месторождением калийно-магниевых солей, и месторождений углеводородов Восточной Сибири, где в геологическом разрезе присутствуют пакки каменной соли значительной толщины и пропластки хлормагниевых солей [5, 6]. Высокое качество разобращения горных пород в разрезе этих скважин достигнуто применением специальных составов МТМ, цементный камень которых характеризуется высокой прочностью, коррозиестойкостью, объемным расширением, флюидонепроницаемостью, способностью формировать плотный флюидонепроницаемый контакт с обсадной колонной и горными породами стенок скважины, в т.ч. с солями.

Указанные преимущества раствора-камня МТМ дают основание утверждать, что высококачественное проведение с их использованием различного рода цементировочных работ в горных выработках на площадях, в разрезах которых присутствуют водорастворимые соли, обеспечит требуемую надёжность защиты соляной толщи от флюидов недр.

При освоении подземными горными выработками месторождений водорастворимых солей составы МТМ могут быть оптимизированы для успешного решения следующих инженерно-технических задач:

- 1) ликвидация выполнивших свое назначение поисковых, разведочных, опережающих и замораживающих скважин;
- 2) цементирование обсадных колонн в замораживающих и наблюдательных скважинах;
- 3) цементирование затюбингового пространства при креплении шахтных стволов и их ремонтах;
- 4) сооружение гидроизолирующих перемычек в горных выработках соляных рудников;
- 5) закладка выработанного пространства рудников отверждаемыми смесями;
- 6) глушение рапопроявлений;
- 7) крепление стенок горных выработок, склонных к обрушению.

#### **Литература**

1. Шиман М.И. Предотвращение затопления калийных рудников. – М.: Недра – 1992.
2. Бурение и крепление в соленосных отложениях: тематические научно-технические обзоры, сер. «Бурение»//А.Н. Ананьев, Л.И. Векслер, Н.П. Гребенников и др. – М.: ВНИИОЭНГ, 1972.
3. Непримеров А.Ф. Исследование эффективности восстановления водонепроницаемости защитной толщи калийных рудников, нарушенной буровыми

скважинами на примере Верхнекамского калийного месторождения: дис. ...канд. техн. наук. – Л., 1972.

4. Романов Ю.В. Исследование и разработка рациональной технологии бурения многопластовых калийных месторождений в осложнённых условиях (на примере Эльтона). Автореф. дис. ...канд. техн. наук. – М., 1977.

5. Толкачев Г.М., Дулепов Ю.А., Шилов А.М., Мордвинов В.А. Использование магниезальных цементов в бурении скважин и добыче нефти. – М.: Изд. ЦП НТО НГП им. академика И.М.Губкина, – 1987.

6. Толкачев Г.М., Шилов А.М., Козлов А.С. Радикальные пути решения проблемы рационального природопользования, экологической и промышленной безопасности при освоении нефтяных и газовых месторождений в подсолевых отложениях//Промышленная безопасность. – № 2. – 2008.

## **РАЗРАБОТКА ЭНЕГОСБЕРЕГАЮЩИХ СИСТЕМ ПРОВЕТРИВАНИЯ ГЛУБОКИХ И СВЕРХГЛУБОКИХ КАРЬЕРОВ**

*Шахрай С.Г.*

ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет», г. Красноярск, Россия

В XX веке в мире открытым способом добывалось 95 % строительных горных пород, около 70% руд, 90% бурых и 20% каменных углей. По мере отработки и истощения мелкозалегающих запасов полезных ископаемых глубина их добычи увеличивается. С углублением открытых работ, степень изоляции выработанного пространства от окружающей среды возрастает, а состав атмосферы карьера ухудшается. Эксплуатация глубоких и сверхглубоких карьеров, глубиной 500-600 м и более, сопровождается интенсификацией взрывных работ вследствие повышения крепости залегаемых горных пород, увеличением расстояния транспортирования горной массы на поверхность, ухудшением условий естественного проветривания карьерного пространства и увеличением объема «застойной» зоны. Применение известных средств искусственного проветривания в глубоких и сверхглубоких карьерах зачастую проблематично, т.к. их эксплуатация сопровождается значительным уровнем шума, превышающим допустимые параметры. Высокие скорости вентиляционных струй несут риск сдувания пыли с бортов карьера, что напротив, ухудшает состояние атмосферы рабочей зоны. Сторание авиационного топлива в двигателях, а также угольной пыли в турбине, в случае её использования для проветривания угольных разрезов, несет риск образования и увеличения концентрации CO и SO<sub>2</sub>, акролеина и формальдегида в воздухе рабочей зоны.

Ухудшение состояния атмосферы может наблюдаться и при использовании тепловых установок, формирующих конвективные струи за счёт сжигания дизельного топлива.

Общим недостатком средств искусственной вентиляции является высокий расход топлива и создаваемый ими уровень шума, необходимость удаления средств на безопасное расстояние в период ведения взрывных работ, что сопровождается ростом операционных затрат.

В рамках настоящей работы интенсифицировать проветривание глубоких и сверхглубоких карьеров предлагается за счет изменения плотности воздуха, поступающего в карьерное пространство и выходящего из него, а также более эффективного использования солнечной энергии, падающей на земную поверхность.

Изменение плотности воздуха обеспечивается пропусканием ветрового потока через водяную завесу, образованную распылением холодной или горячей воды [1]. В теплый период года ветровой поток, поступающий в карьерное пространство,



пропускают через водяную завесу, образованную распылением холодной воды, выходящий из карьерного пространства – через водяную завесу, образованную распылением горячей воды на наветренном борту карьера (рис. 1). При этом на подветренной стороне карьера задействуют  $\sim 1/4$  периметра трубопровода подачи холодной воды, на наветренной  $\sim 1/4$  периметра трубопровода подачи горячей воды.

При прохождении через распыленную холодную воду воздух охлаждается, его плотность увеличивается, и на входе в карьерное пространство угол  $\alpha$  раскрытия свободной струи возрастает на  $3 - 6^\circ$ . При прохождении охлажденного воздуха на выходе из карьерного пространства через распыленную горячую воду, его плотность снижается, что интенсифицирует конвективные потоки.

В холодный период года и в период инверсий конвективные воздушные потоки формируют распылением горячей воды по всему периметру верхней кромки борта (рис. 2).

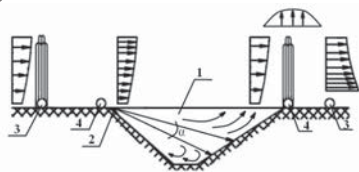


Рис.1. Движение ветровых потоков через водяные завесы в теплый период года

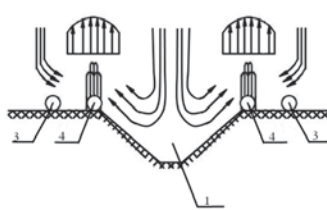


Рис.2. Движение ветровых потоков через водяные завесы в холодный период года и в период атмосферных инверсий

При этом холодные приземные слои воздуха нагреваются, их плотность падает. Таким образом формируются восходящие конвективные потоки, обеспечивающие воздухообмен карьерного пространства с окружающей средой.

Использовать солнечную энергию на создание конвективных потоков предлагается с помощью установленного на верхней кромке северного борта карьера зеркала, цельного (рис. 3) [2] или разделенного на секции (рис. 4) [3].

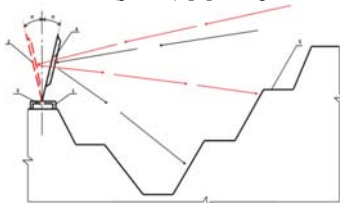


Рис. 3. Прогрев бортов карьера цельным зеркалом

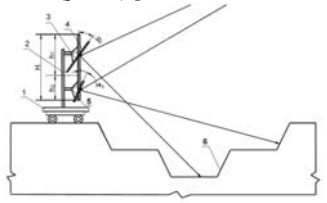


Рис. 4. Прогрев бортов карьера зеркалом, разделенным на секции

Зеркала установлены на шарнирно-поворотной платформе, обеспечивающей поворот отражательного элемента в горизонтальной плоскости и наклон относительно вертикальной оси, что обеспечивает возможность обогрева теневых бортов и дна в течение светового дня. Разделение зеркала на секции обеспечивает возможность выборочного прогрева проблемных участков поверхностей карьера.

Преимущества предлагаемых технических решений:

- отсутствие помех при выполнении технологических операций и взрывных работ;
- распыление холодной и горячей воды интенсифицирует естественное проветривание в теплый и холодный периоды года, а также в период атмосферных инверсий, на  $3 - 10\%$  уменьшает объем застойной зоны карьерного пространства,

обеспечивает возможность утилизации вод, удаляемых из карьера системой водоотлива;

- интенсификация проветривания теплом, поставляемым на земную поверхность Солнцем, не требует энергоносителей, производимых из невозобновляемых источников энергии.

#### **Литература**

1. Шахрай С.Г., Годовникова Л.Г., Едемская К.С. и [др.]. Устройство проветривания карьера. Заявка на полезную модель №2015109151 от 16.03.2015 г.

2. Шахрай С.Г., Косолапов А.И., Коростовенко В.В. и [др.]. Устройство для проветривания карьеров. Патент на полезную модель №139437, опубл. 20.04.2014 г., бюл. №11.

3. Шахрай С.Г., Тарасенко А.Д., Чупров М.М. и [др.]. Устройство проветривания карьера. Заявка на полезную модель № 2015111761 от 31.03.2015 г.

### **ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК<sup>2</sup>**

*Воробьев А.Е.<sup>1</sup>, Ляшенко В.И.<sup>2</sup>, Лапшин А.А.<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Российский университет дружбы народов, г. Москва, Российская Федерация

<sup>2</sup>Государственное предприятие «Украинский научно-исследовательский и проектно-испытательский институт промышленной технологии», г. Желтые Воды, Украина

<sup>3</sup>ГВУЗ «Криворожский национальный университет», г. Кривой Рог, Украина

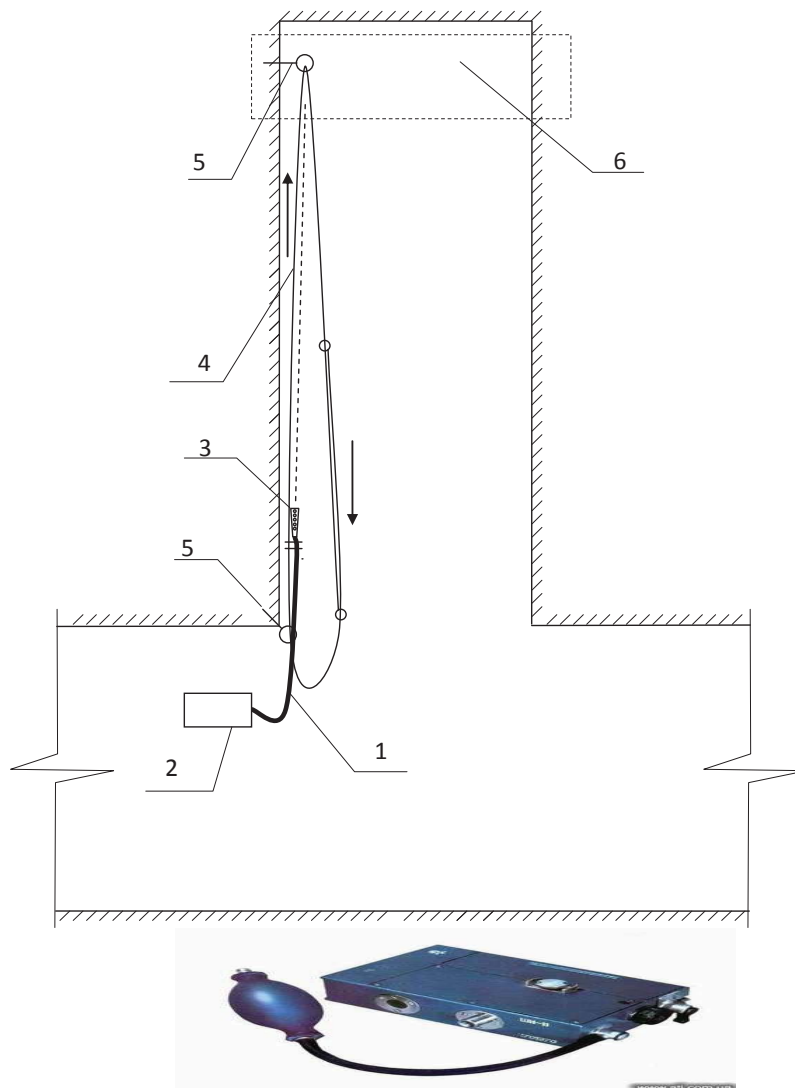
При проведении горных выработок буровзрывным способом газообразные продукты взрыва взрывчатого вещества (ВВ) содержат оксиды углерода, азота, сернистые соединения и др. По данным Украинского научно-исследовательского института промышленной медицины, в рудных шахтах содержание вредных газов и пыли после взрывных работ в горных выработках значительно превышает допустимые нормы, например: пыли — от 3 до 80 мг/м<sup>3</sup>; оксида углерода — от 0,0016 до 0,025 %; оксидов азота — от 0,007 до 0,028 %. Современные средства пылегазоподавления, в большинстве случаев основанные на взаимодействии продуктов взрыва с диспергированной водой, не обеспечивают улавливания наиболее силикозоопасных мелкодисперсных частиц (менее 10 мкм), и снижения содержания вредных газов. Поэтому экологическая и технологическая безопасность при проведении горных выработок на основе разработки новых технологий и технических средств для очистки воздуха, дистанционного отбора его проб на содержание вредных газов — важные научная, практическая и социальная задачи требующие решения [1,2, 6-8].

Достижение эффективного пылегазоподавления и вентиляции тупиковой выработки осложнено тем, что на расстоянии 10 м от забоя происходит повреждение вентиляционного трубопровода взрывом. Зона отбрасывания продуктов взрыва составляет 18–20 м, поэтому существующие способы пылегазоподавления и вентиляционный трубопровод на таком расстоянии не позволяют эффективно проветривать выработку. Специалистами разработана комплексная система пылегазоподавления и вентиляции при взрывных работах в тупиковых выработках на основе специальных компактных водовоздушных эжекторных установок (ВЭУ), создающих дальнобойные электроразряженные водовоздушные факелы. Опытно-

<sup>2</sup>Работа выполнена при содействии специалистов В.В. Шкарина, В.И. Бойко, А.С. Карабана, М.Б. Колесаева (ООО «НТО ТехноТрон»), П.А. Кислого, Н.Н. Швеца, В.С. Черевика, А.И. Алёхина, А.И. Литвина (НПК «АиМ») и др.

промышленные испытания ВЭУ в комплекте с вентилятором местного проветривания (ВМП) показали, что концентрация вредных примесей после взрывных работ снижается до ПДК за регламентированный период времени [3,4].

*a*



*б*

**Рисунок** - Предлагаемое устройство для дистанционного отбора проб воздуха при проведении выработок (*a*): 1 - резиновый шланг; 2 - пробоотборник; 3 - патрубок для отбора воздуха; 4 - металлическая проволока; 5 - костьль с кольцевым отверстием; 6 - зона забоя; *б*- шахтный интерферометр ШИ-11,12(общий вид)

Для дистанционного отбора проб воздуха на уровне призабойной зоны применяют устройства, оснащенные двумя эжекторами и резиновым шлангом. Недостатки таких устройств: неконтролируемое количество загрязненного воздуха, который засасывается через резиновый шланг из призабойной зоны (это снижает точность измерений, ограничивает применение устройства в случае отсутствия сжатого воздуха); обязательное использование сжатого воздуха для работы эжекторов, а в режиме взрывных работ отбор проб воздуха осуществляют только в одном месте и не ближе 10 м от забоя; сложность конструкции. Авторы усовершенствовали конструкцию устройства для дистанционного отбора проб воздуха, оснастив его металлической проволокой, закрепленной в призабойной зоне и в устье выработки для перемещения по высоте (длине). Это позволяет отбирать пробы воздуха на любой отметке выработки (рисунк). Устройство состоит из резинового шланга 1, один конец которого присоединен к пробоотборнику 2. Другой конец резинового шланга имеет патрубок 4 для отбора воздуха в виде усеченного конуса со сквозными отверстиями на боковой поверхности, со стороны большего диаметра патрубок глухо закрыт крышкой, которая предотвращает забивание резинового шланга 1 кусками породы.

Для отбора проб воздуха конец резинового шланга 1 с патрубком 4 для отбора воздуха жестко присоединен к металлической проволоке 5, которая закреплена с помощью костыля с кольцевым отверстием 3 в призабойной зоне б и в устье выработки с возможностью перемещения по высоте (длине). Металлическая проволока 5 выполнена в виде пегли, длина которой может меняться с изменением высоты (длины) выработки. Таким образом, устройство позволяет отбирать пробы воздуха на любой отметке выработки и при любой концентрации вредных газов и пыли без использования источников энергии [5].

#### Литература

1. Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых: федер. нормы и правила в обл. пром. безопасности: утв. приказом Ростехнадзора от 11 дек. 2013 г. № 599. — Сер. 03. — Вып. 78. — М.: ЗАО НТЦ ПБ. — 276 с.
2. Гладырь В.В. Розробка та промислові випробування ежекторно-каскадних схем провітрювання тупикових заходок шахт МГЗК// Охорона праці та навколишнього середовища на підприємствах гірничо-металургійного комплексу. — Кривий Ріг: НДІБПГ, 1999. — Вип. 1. — С. 46–50.
3. Ярембаш И.Ф. Очистка рудничной атмосферы после взрывных работ. — М.: Недра, 1979. — 68 с.
4. СНП 77. Санитарные нормы проектирования предприятий и установок атомной промышленности. — М.: Минсредмаш СССР, 1978. — 184 с.
5. Ляшенко В.И., Лапшин А.А. Повышение эффективности охлаждения рудничного воздуха форсуночным орошением с использованием шахтных вод// Цветная металлургия. — 2014. — № 1. — С. 8–14.
6. Воробьев А.Е., Казакова Е.В. Оценка воздействия горного производства на окружающую среду // Безопасность жизнедеятельности, №5, 2003. — С.25-28.
7. Воробьев А.Е., Калабин Г.В., Чекушина Т.В. Геоэкологические проблемы современного этапа развития человечества // Материалы II Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 70-летию кафедры «Технология разработки месторождений» им. М.И. Агошкова. — Владикавказ: Изд-во СКГМИ «Терек», 2003. — С. 19-24.
8. Воробьев А.Е., Молдабаева Г.Ж., Джимиева Р.Б. Повышение экологической безопасности освоения месторождений горючих сланцев // Безопасность труда в промышленности N 2. 2011. - С.16-19.

## РАЗРАБОТКА СРЕДСТВ СПАСЕНИЯ ПОСТРАДАВШИХ ИЗ ЗОН ПОВЫШЕННЫХ ТЕМПЕРАТУР

*Шахрай С.Г.*

ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет», г. Красноярск, Россия

Добыча полезных ископаемых подземным способом с каждым годом осуществляется с всё больших глубин. Средняя глубина современных шахт составляет 400 – 600 м, а в некоторых случаях достигает 1000 метров и более. При этом протяженность выработок может достигать десятков километров. Такие глубины и протяженности современных шахт выдвигают определенные требования к их проветриванию, а также к обеспечению подземных работников и работников горноспасательных частей средствами защиты, в т.ч. средствами спасения людей, застигнутых врасплох подземными авариями, среди которых на долю взрывов и пожаров приходится более 80% всех катастроф со значительным числом человеческих жертв. Такие аварии делают непригодной для дыхания шахтную атмосферу, а также сопровождаются повышением температуры в горных выработках до уровня, несовместимого с жизнью.

В качестве средств спасения на случай возникновения таких аварий подземные работники обеспечиваются шахтными самоспасателями, обеспечивающими защиту в непригодной для дыхания атмосфере в течение 0,5 – 5 часов, в зависимости от того, движется человек в сторону выхода или, в силу каких-то непреодолимых обстоятельств отсиживается, ожидая помощи извне. Работники горноспасательных частей используют респираторы, обеспечивающие защиту органов дыхания при работе в атмосфере, содержащей до 10 % CO, до 2 % - SO<sub>2</sub>, до 1 % H<sub>2</sub>S или NO<sub>2</sub> и до 100 % CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> или N<sub>2</sub> при температуре от -20 до + 70 °С в течение не менее 4 часов при выполнении работ средней тяжести.

Для работы в пожарных выработках с высокой температурой атмосферы горноспасатели используют газотеплозащитный костюм ГТК с водяным охлаждением (рис. 1), обеспечивающий защиту в течение 90 мин. при температуре 60 °С; 60 мин. – при 60 – 100 °С и в течение 45 мин. при температуре 100 – 140 °С.

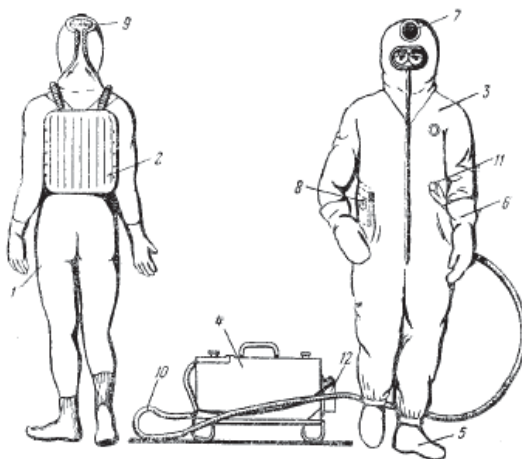


Рисунок. 1 - Газотеплозащитный костюм ГТК

Однако, вынос пострадавших из таких выработок принятым способом – на открытых носилках, представляет определенные угрозы жизни и здоровью спасаемых вследствие их незащищенности от воздействия высоких температур. В этом случае гибель может наступить не в результате отравления продуктами горения, а в результате перегрева организма или падения незафиксированного пострадавшего с носилок во время его транспортировки по стесненным горным выработкам.

Избежать этого предлагается за счет использования носилок [4], платформа которых оборудована теплоизолирующим герметичным куполом, а дыхательный аппарат, в который включается пострадавший, жестко закреплен на нижней стороне платформы (рис. 2 а;б) [1].

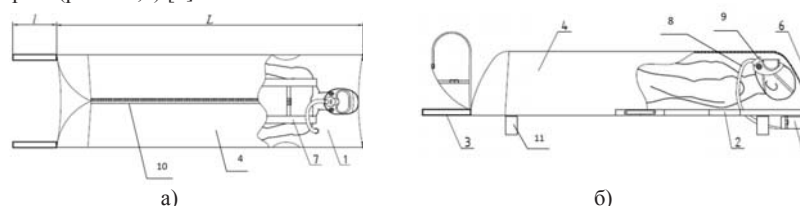


Рис. 2. - Средство спасения людей из зон повышенных температур, а) – вид сверху; б) – вид сбоку: 1 – платформа, 2 – брусья, обеспечивающие жесткость платформы при транспортировке носилок, 3 – ручки, 4 – теплоизолирующий герметичный купол, 5 – дыхательный аппарат, 6 – ляжки, 7 – ремни фиксации пострадавшего, 8- шланг, соединяющий дыхательный аппарат с дыхательной маской, 9 – маска дыхательная, 10 – застежка-молния, 11 – складные опоры (ножки)

При транспортировке пострадавшего его укладывают на платформу 1 и укрывают теплоизолирующим куполом 4, герметизацию которого обеспечивают застежкой-молнией 10. Возможность дыхания пострадавшего обеспечивается через дыхательную маску 9 и шланг 8, подключенные к дыхательному аппарату 5. Фиксацию пострадавшего на платформе при передвижении по стесненным горным выработкам осуществляют с помощью ремней 7. Наличие лямок 6 дает возможность освобождения рук несущих от нагрузки и перенос последней на плечи.

Дыхательный аппарат от деформации, в случае установки носилок на почву выработки, предохраняют складные опоры (ножки) 11. Застежка-молния обеспечивает возможность оперативного размещения на платформе носилок и включения в дыхательный аппарат пострадавшего. Размещение дыхательной системы с нижней стороны платформы исключает участие третьего человека, обеспечивающего переноску дыхательной аппаратуры.

Изготовление купола возможно из теплостойких тканей Номекс, Advance, Винискожа-Т, Alpha Maritex 3025/9682, допустимая температура эксплуатации которых находится в диапазоне от 100 до 300<sup>0</sup>С.

Преимущества предлагаемых носилок заключаются в решении проблемы защиты пострадавшего от воздействия высоких температур и воздействия среды, непригодной для дыхания, возможности жесткой фиксации пострадавшего и исключения риска его падения с платформы носилок, обеспечении удобства передвижения за счет периодического переноса нагрузки с рук на плечи спасателей.

#### Литература

Шахрай С.Г., Гилев А.В., Белоусов Р.А. и [др.]. Средство для транспортировки пострадавших. Патент на полезную модель №146682. Опубл. 20.10.2014, бюл. №29.

## ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИДРОДОМКРАТА ГУДМАНА ПРИ НАТУРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ ДЕФОРМАЦИОННЫХ СВОЙСТВ И НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПОРОД ПРИКОНТУРНОГО МАССИВА

*Асанов В.А., Токсаров В.Н., Бельтюков Н.Л.*

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Горный институт Уральского отделения Российской академии наук

Обеспечение безопасных условий ведения горных работ при подземной разработке соляных и калийных месторождений во многих случаях достигается применением камерной системой разработки с оставлением междукамерных целиков. При этом налегающие породы должны сохранять свою сплошность на весь срок службы рудника, играя роль водоупорного целика. Анализ состояния отработанных очистных камер на рудниках Верхнекамского месторождения калийных солей (ВКМКС) показал, что во многих случаях они теряют устойчивость до истечения необходимого по условиям эксплуатации времени. Основной причиной аварий в большинстве случаев является несоответствие параметров камерной системы разработки горно-геологическим условиям конкретных обрабатываемых участков.

Для обоснования критериев устойчивости пород кровли очистных камер выполнен комплекс натуральных исследований по изучению характера деформирования и разрушения грузонесущих элементов камерной системы разработки. Оценка напряженного состояния и свойств пород приконтурного массива выполнялось с использованием скважинного гидродомкрата Гудмана, который представляет собой каротажный зонд для измерения деформаций стенок скважин в процессе нагружения. Зонд спроектирован для применения в скважинах диаметром 76 мм. В комплект аппаратуры входят переносной прибор для измерения деформаций, гидравлический насос с трубопроводами высокого давления, запорной арматурой и датчиком давления. Воздействие на контур скважины обеспечивается полукруглыми стальными пластинами длиной 200 мм, создающими давление в одной плоскости, что позволяет производить измерения параметров массива по различным направлениям.

Для оценки напряженного состояния соляных пород, имеющих ярко выраженную крупнозернистую структуру и нелинейную диаграмму деформирования, рекомендуется использовать методы, исключающие необходимость модельных переходов от измеренных деформаций к напряжениям, с базой измерений значительно превышающей характерный размер неоднородности пород. Этим требованиям в наибольшей степени удовлетворяет метод компенсации напряжений с использованием эффекта акустической памяти. Методика измерений заключается в восстановлении исходного напряженного состояния приконтурного массива путем нагружения стенок скважины гидродомкратом. Уровень действовавших на породу напряжений определяется по скачкообразному изменению активности акустической эмиссии (АЭ) в процессе восстановления нагрузки на стенки скважины.

При проведении экспериментальных исследований осуществлялся следующий порядок работ. На первом этапе производилась локальная разгрузка приконтурного массива путем бурения скважины, в которую затем помещался гидродомкрат на необходимую глубину. С помощью ручного насоса производилось нагружение околоскважинного массива. Для контроля параметров АЭ в процессе нагружения скважины на корпус домкрата крепился пьезокерамический датчик с диапазоном фиксируемых частот акустических событий 0,2-0,5 МГц. Измерение параметров АЭ производилось прибором АЭ-USB-1. Тарировка метода выполнялась в шахтных условиях при одноосном нагружении блоков размерами 400×400 мм.

Исследование распределения вертикальных и горизонтальных напряжений по сечению междукамерного целика на пласте КрII со сроком службы более 30 лет

показало, что от контура целика до глубины 2 м наблюдается рост вертикальных напряжений от 3 до 8 МПа. Эти напряжения соответствуют нагрузке от веса вышележащих пород. Горизонтальные напряжения с удалением от контура целика также растут и составляют примерно 60 – 70 % от вертикальных. Аналогичные измерения напряжений, выполненные в «свежем» целике, показали, что максимум опорного давления расположен на глубине 1,3 м и равняется 18 МПа. В центральной части целика уровень вертикальных напряжений составляет около 10 – 11 МПа, что на 25 – 40 % выше веса вышележащих пород. Эти данные хорошо подтверждаются результатами геофизических исследований.

Скважинный гидродомкрат также использовался для определения деформационных свойств пород в массиве. В процессе экспериментов производилось ступенчатое нагружение стенок скважины до уровня 15 – 20 МПа с регистрацией деформаций через каждые 2 МПа. После чего производилась ступенчатая разгрузка. Измерения производились с шагом 0,3 м при удалении от контура обнажения. В каждой измерительной точке проводилось 2 – 3 цикла измерений в режиме «нагрузка-разгрузка».

В результате проведения экспериментальных исследований строились графики «давление в гидросистеме – радиальная деформация контура скважины». Модуль деформации рассчитывался по касательной, проведенной на участке полного контакта нажимных пластин со стенками скважины. Модуль деформации соляных пород продуктивных пластов изменяется от 0,9 ГПа до 2,0 ГПа.

Параллельно с натурными исследованиями, выполнялись лабораторные испытания образцов, отобранных в ближайших к экспериментальным участкам точках. Сопоставление результатов определения модуля деформации, полученных в лабораторных испытаниях и данных шахтных измерений показали, что характер их изменения с глубиной одинаков.

Однако лабораторные исследования, как правило, дают более высокие (на 10–20 %) значения определяемых показателей.

Таким образом, выполненный комплекс исследований особенностей строения, физико-механических свойств, напряженно-деформированного состояния и характера разрушения соляных пород при отработке сильвинитовых пластов на рудниках ВКМКС позволил разработать принципы экспериментально-теоретической оценки состояния элементов камерной системы разработки.

Исходной информацией для оценки состояния междукамерных целиков и потолочин служит геолого-маркшейдерская документация, полученная в процессе эксплуатационной разведки и отработки рабочих пластов, акты обследования очистных и подготовительных выработок, данные по оседаниям земной поверхности.

По результатам анализа выделяются потенциально опасные участки, которые требуют более углубленного изучения их состояния. На этих участках выполняются исследования физико-механических свойств вмещающих пород, оценка напряженного состояния элементов подземных конструкций, изучение характера их деформирования во времени.

Данная информация используется в качестве параметрического обеспечения, для содержательной интерпретации результатов натурных исследований методами математического моделирования, позволяющего уточнить модель деформирования подрабатываемого соляного массива и критерии его разрушения.



## НОВЫЕ ВИБРАЦИОННЫЕ КОЛОСНИКОВЫЕ ГРОХОТЫ-ПИТАТЕЛИ И ГРОХОТЫ-ПЕРЕГРУЖАТЕЛИ ДЛЯ ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ<sup>3</sup>

*Ляшенко В.И.<sup>1</sup>, Чекушина Е.В.<sup>2</sup>, Дятчин В.З.<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Государственное предприятие «Украинский научно-исследовательский и проектно-изыскательский институт промышленной технологии», г. Желтые Воды, Украина

<sup>2</sup>Российский университет дружбы народов, г. Москва, Российская Федерация

<sup>3</sup>Институт предпринимательства «Стратегия», г. Желтые Воды, Украина

Перегрузка руды из бункера в дробилку или на конвейер, а также из конвейера на конвейер осуществляется грохотами-питателями тяжелыми (ГПТ) и средними грохотами (СВГ) [1-3] конструкции института «Гипромашобогашение» (Россия), грохотами –питателями вибрационными(ПГВ) [4], разработанные ГП «УкрНИПИИпромтехнологии» (г. Желтые Воды), грохотами –питателями колосниковыми (ГПК), созданные ГВУЗ «Национальный горный университет»(г. Днепропетровск, Украина) совместно с институтом геотехнической механики НАН Украины (г. Днепропетровск). Наиболее простым по конструкции и надежным в работе с материалом средней плотности и крепости является грохот-перегрузатель типа ГПК [5]. Поэтому повышение эффективности и надежности работы вибрационных колосниковых грохотов-питателей и грохотов-перегрузателей типа ГПК для горной промышленности на основе усовершенствования конструкции колосников грохота-перегрузателя типа ГПК, способствующая повышению эффективности и износостойкости его рабочей поверхности при перегрузке скального абразивного материала -является актуальной научной, практической и своевременной задачей [6-8].

Вибрационный питатель-грохот ГПТ разработан институтом Гипромашобогашение (Россия). Опытный образец изготовлен Поваровским опытным заводом и прошел заводские испытания на опытно-промышленном участке циклично-поточной технологии (ЦПТ) Качканарского ГОКа. Машина предназначена для предварительного разделения горной массы перед дроблением в грохотильно-дробильных перегрузочных пунктах комплексов ЦПТ, а также для использования в качестве питателя в перегрузочных пунктах при комбинированных видах транспорта. Новый грохот заменяет собой две серийные машины: пластинчатый питатель и отдельный наклонный грохот. Рабочий орган выполнен из шести параллельных колосниковых стоек, связанных между собой переходными трубами, опирается на опорную раму, на верхней части которой закреплены борта.

В результате испытаний конструкция вибропитателя-грохота ГПТ базового образца рекомендована в качестве основы при разработке промышленных образцов для перегрузочных пунктов. Предварительное грохочение взорванной горной массы перед дроблением в дробилках позволяет увеличить производительность перегрузочного пункта в 1,4-1,7 раза [6].

Для повышения эффективности рабочая поверхность грохота должна быть выполнена каскадной, либо снабжена криволинейными выступами с переменным радиусом кривизны в направлении движения материала, высота ступени каскада или высота выступа должна быть равна максимальному размеру отсеиваемого материала, угол раствора щели должен составлять 3-4° или расстояние между колосниками  $T_1$  на загрузочном конце и  $T_2$  на разгрузочном конце должно быть связано соотношением  $T_2=1,2T_1$  на каждые два метра колосника(рисунок).

<sup>1</sup>В работе принимали участие И.К. Поддубный, В.Н. Платонов, А.Х. Дудченко, А.Г. Скотаренко ( ГП «УкрНИПИИпромтехнологии») В.П.Франчук (ГВУЗ «Национальный горный университет»), В.Н. Потораев, В.П. Надугый, В.И. Дырда (Институт геотехнической механики НАН Украины) и др.

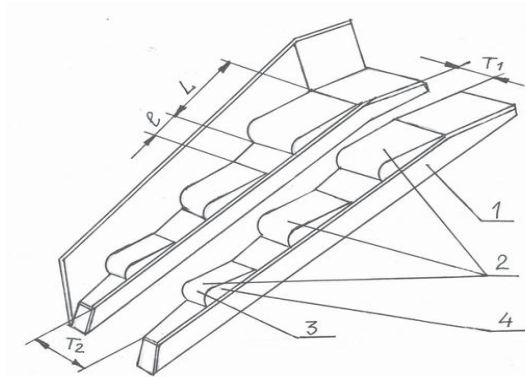


Рисунок- Грохот-перегрузатель типа ГПК с усовершенствованной конструкцией колосников: 1 - колосник; 2 - криволинейный выступ; 3 - изогнутый лист; 4 - ребро жесткости (остальные пояснения указаны в тексте).

Каскадность рабочей поверхности грохота обеспечивается закреплением (привариванием) на поверхности колосника 1 изогнутого стального листа 3. Образовавшиеся с боков щели между листами 3 и поверхностью колосника 1 необходимо закрыть стальными ребрами жесткости 4. При этом длина (L) криволинейного выступа 2 и расстояния (l) установки выступов друг от друга на колоснике должно находиться с размером (d) отсеиваемого куска материала соответственно в следующем соотношении  $L = (2 \dots 2,5)d$  и  $l = (1,2 \dots 1,5)d$ . Ширина изогнутого листа должна изменяться с изменением ширины колосника по его длине. Внеся указанные, на первый взгляд, несущественные изменения в конструкцию грохота-перегрузателя, будут улучшены показатели его работоспособности и надежности в 1,5 – 2 раза.

Опорная рама, упругая система и вибропривод грохота-перегрузателя при этом не изменяются. Подаваемый на грохот материал под действием вибрации подвергается сегрегации – мелкие куски материала опускаются в нижний слой, а крупные куски перемещаются на грохоте сверху. Наиболее мелкая часть материала начнет просеиваться вначале грохотной решетки, а более крупные куски будут продвигаться по щелям грохота и просеиваться на других участках щелей. При этом открытая и расширяющаяся щель не позволяет крупным кускам материала заклинивать на рабочей поверхности грохота, продвигаясь к разгрузочному концу колосников. Кроме того, разделение потока материалов на слои по его толщине способствует крупным кускам двигаться и контактировать в процессе движения только с выступами, выполненными на поверхности колосников, не взаимодействуя с их нижней рабочей поверхностью. Такое условие позволяет снизить общее количество контактов движущегося материала с рабочей поверхностью колосников. Часть кусков движется по выступающей рабочей поверхности, а часть – по нижней рабочей поверхности, что будет способствовать снижению износа колосников грохота в целом. По мере износа выступающих поверхностей колосников на их место можно установить новые такие же изогнутые выступы.

Таким образом, авторами рассмотрены новые научные и практические результаты повышения эффективности и надежности работы вибрационных колосниковых грохотов-питателей и грохотов-перегрузателей типа ГПК для горной

промышленности. Приведен анализ работы различных конструкций питателей-грохотов в перегрузочных пунктах ЦПТ карьеров, даны технические характеристики и конструкции просеивающих поверхностей этих грохотов, предложена усовершенствованная конструкция колосников грохота-перегрузателя типа ГПК, способствующая повышению эффективности и износостойкости его рабочей поверхности при перегрузке скального абразивного материала.

#### **Литература**

1. Учитель А.Д., Гуцин В.В. Вибрационный выпуск горной массы. – М.: Недра, 1981, 232 с.
2. Вайсберг Л.А. Проектирование и расчет вибрационных грохотов. – М.: Недра, 1986, 144 с.
3. Результаты промышленных испытаний вибрационного питателя-грохота ГПТ / А.В. Юдин, В.А. Панов, В.С. Пекарский и др. // Горный журнал. - 1987. - №10. - С. 45-48.
4. Дятчин В.З., Ляшенко В.И., Франчук В.П. Создание и внедрение вибрационных питателей грохотов на горных предприятиях // Цветная металлургия. - 2005. - №5. - С. 2-8.
5. Потураев В.Н., Франчук В.П., Надутый В.П. Вибрационная техника и технологии в энергоемких производствах: Монография. – Днепропетровск: Национальная горная академия Украины, 2002. – 186 с.
6. Ляшенко В.И., Дятчин В.З., Франчук В.П. Создание и внедрение вибрационных питателей-грохотов для горной промышленности // Черная металлургия. - 2014. - №5. - С. 72-80.
7. Воробьев А.Е., Перегудов В.В., Жуганов А.М., Чекушина Т.В., Каргинов К.Г. Технология переработки и обогащения мезозойско-кайназойских кор выветривания // Материалы II Международной конференции «Ресурсовоспроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр». – М.: Изд-во РУДН. – 2003 – С. 191-195.
8. Зубков А.А., Шуленина З.М., Воробьев А.Е. Эффективный метод обогащения окисленных руд // Маркшейдерия и недропользование №5, 2009. – С.59-63.
9. Воробьев А.Е., Зубков А.А. Обоснование технологии обогащения окисленных медных и висмутовых руд с использованием параформальдегида // Горный журнал Казахстана N 4. 2011. С. 12-19.

### **НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЗОЛОТА ИЗ БУРЫХ УГЛЕЙ**

*Кузьминых В.М., Сорокин А.П., Рождествина В.И., Зубенко И.А.*

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Амурский научный центр Дальневосточного отделения Российской академии наук

#### **1. Содержание золота в углях**

Согласно результатам электронно-микроскопических и рентгеноспектральных исследований бурых углей различных месторождений Сибири и Дальнего Востока установлено, что большинство ценных элементов-примесей, в том числе золото и другие благородные металлы, в углях представлены рассеянными ультратонкими минеральными фазами.

Золото, ассоциирующее с органическим веществом бурых углей, в основном, представлено самородными высокопробными формами. Микро и наночастицы золота пластинчатые, комковатые, более мелкие имеют губчатую структуру, образуя тесные сростания с органической матрицей. Золото покрывает органическая оболочка, толщина которой с уменьшением размера частиц увеличивается.

Относительно способов определения содержания золота в углях единого мнения между исследователями не существует. Значения определяемых содержаний, определяемых разными авторами порой расходятся на порядок. При этом многие исследователи видят причину такого явления в значительных потерях золота при подготовке проб к непосредственным измерениям за счет улетучивания некоторых легколетучих соединений золота.

В Амурском научном центре разработан способ определения содержания золота в углях с применением приемов пробирного анализа (патент 224593, 2005 г.). Этот способ позволил достичь высокой стабильности результатов определений. При этом установлено, что порядок определяемых содержаний в угле значительно превышает ранее приводимые значения содержаний золота в углях по литературным данным. Этот порядок находится на уровне от десятых долей г/т и до десятков г/т.

Вместе с этим следует отметить, что содержание золота в углях, добытых из различных месторождений, не является постоянной величиной и зависит от условий хранения проб угля и скорости его естественного высыхания, поскольку при этом происходит улетучивание золота из углей. Поэтому повторный анализ, проведенный через несколько лет или даже месяцев, зачастую показывает потерю содержаний золота на 85-95%. В связи с этим, нами высказывается предположение, что одной из главных причин нестабильности результатов определений содержания золота в углях, как раз и является тот фактор, что анализу подвергаются угли, добытые из угольных забоев и некоторое время, подвергавшиеся выветриванию при хранении. И как оказалось, при таком выветривании довольно быстро уменьшается содержание золота в углях, в отличие от золотосодержащих руд, содержание в которых сохраняется гораздо более длительное время, хотя и эталоны содержаний золота в рудах также имеют свои сроки хранения. Безусловно, что причины столь большой скорости улетучивания золота из углей при хранении образцов и проб являются предметом более подробных исследований. Задачей данного исследования является оценка технологических возможностей процессов извлечения золота попутно со сжиганием углей, как энергетического сырья.

## 2. Формы золота в продуктах горения углей

При горении углей ультратонкие частицы золота уносятся с дымом, а некоторая часть золотых частиц, имеющих размеры большие, чем тонкие и ультратонкие, остается в золе и шлаках топочной камеры. Морфоструктурные характеристики и химический состав частиц золота, обнаруженных в дымовых газах, идентичны частицам золота из угля. Малые размеры, рыхлое губчатое строение и связь частиц золота с органическим веществом способствуют их уносу с летучей золой.

Свободное золото в золошлаковых отходах (ЗШО), в основной своей массе тонкое и пылевидное, представлено зернами и реже комковидными агрегатами, крупностью 5-40 мкм, реже более крупные. Максимальные размеры золотин 0,5-1,0 мм встречаются в единичных пробах в сростках с кварцем. В «старых», вылежавших, золах количество относительно крупного, извлекаемого золота гораздо больше, чем в свежих. Таким образом наблюдается укрупнение размера золотин со временем.

Анализами исходного угля и золы установлено, что в золе остается меньшая часть золота из первоначально присутствующего в угле. Следует также отметить, что в золах от углей некоторых месторождений присутствует довольно высокое содержание платиноидов, например в золах ТЭЦ-1 г. Хабаровска.

## 3. Направление технологических исследований

Вопросами извлечения золота из ЗШО в настоящее время занимаются исследователи многих организаций в связи экологической актуальностью, а также широкой инвестиционной поддержкой данного направления исследований. Однако, пока практических воплощений результатов, подтверждающих изначально заявленные

претензии, не проявляется. Исключением является индустрия строительных материалов, традиционно потребляющая некоторые составляющие ЗШО.

В Амурском научном центре, уже на протяжении почти 10 лет, проводят исследования, направленные на создание и оптимизацию технологии извлечения золота из дымовых газов. Были изучены формы золота, в которых оно уносится с мельчайшей золой и дымовыми газами. Смонтирована и эксплуатируется укрупненная лабораторная установка по извлечению золота из дымов. Разработана конструкция насадки на дымовую трубу и способ ее применения для очистки дымовых газов от летучих соединений золота и других тяжелых металлов, отличающихся простотой и низкой себестоимостью обработки больших объемов дымовых газов.

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА РУДОПОДГОТОВКИ ДЛЯ КУЧНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ЗОЛОТА**

*Бутаева Г.С., Умарова И.К.*

Ташкентский государственный технический университет, Республика Узбекистан

Необходимость вовлечения в переработку нетрадиционного сырья (бедные и забалансовые руды) в мировой практике золотодобычи обусловлена истощением запасов золотосодержащих руд. Переработка такого сырья по традиционной фабричной технологии нерентабельна. Созрела необходимость применения новых нетрадиционных технологий. Наибольшее распространение в мировой практике получил метод кучного выщелачивания. В настоящее время более 30% мировой золотодобычи приходится на технологию кучного выщелачивания.

Кучное выщелачивание (КВ) является эффективным способом извлечения золота как для небольших месторождений, так и для крупных месторождений с низким содержанием полезных компонентов. Кучное выщелачивание золота имеет ряд весомых преимуществ в сравнении с общепринятыми способами извлечения. В основном эти преимущества базируются на простоте процесса, низкими капитальными и текущими затратами, меньшими возможными проблемами с точки зрения экологии. К возможным недостаткам этого процесса можно отнести потенциально заниженное извлечение золота в сравнении с традиционными технологиями.

Успех КВ обусловлен существенно низкими капитальными затратами и текущими расходами, относительной простотой и безопасностью геотехнологического процесса, открывшимися возможностями комбинирования с традиционными геотехнологиями (открытая и подземная), вовлечением в производство многомиллионных техногенных образований на горных отводах ранее действовавших и ныне работающих горных золотодобывающих предприятий.

Общим же из проблем в теории и практике КВ является недостаточная изученность взаимосвязей уровня извлечения тонкодисперсного золота от степени измельчения рудной массы, параметров ее агломерации и степени окисленности, механизма и динамики концентрации золота в продуктивном растворе и т.д.

Целью данной работы является повышение эффективности КВ тонкодисперсного золота из золотосодержащих бедных руд.

В качестве методов исследований предусматривается обобщение и анализ библиографических патентных материалов мирового опыта КВ золота из золотосодержащей рудной массы; геотехнологические исследования свойств исходных золотосодержащих руд с выделением отличительных особенностей, определяющих регламент процесса КВ; лабораторное геотехнологическое изучение параметров рудоподготовки к КВ; анализ результатов экспериментальных работ по извлечению тонкодисперсного золота в многоярусных штабелях;

Рудоподготовка оказывает решающее влияние на конечные результаты переработки золотосодержащих руд при использовании всех известных способов извлечения. Особая роль этому процессу отводится при использовании метода кучного выщелачивания, так как однажды уложенная масса руды в штабель не может быть подвержена дополнительным усовершенствованиям. Неверно обоснованные параметры рудоподготовки приводят к безвозвратным потерям извлечения золота из штабеля. В связи с этим особое усилие отводится подбору параметров подготовки рудного материала перед укладкой его в штабель [1].

Первостепенной задачей является выбор правильной методики и подхода к определению рациональных технологических и экономических параметров рудо подготовки.

Основной задачей рудоподготовки перед укладкой рудной массы в штабель является достижение такой крупности, которая обеспечивает максимальный контакт раствора с металлом, одновременно имеет хорошую проницаемость и стабильность для обеспечения необходимой степени извлечения золота из штабеля. Однако, в некоторых случаях эти требования несовместимы, когда оптимальный, с точки зрения уровня извлечения, размер куса приводит к низкой проницаемости штабеля руды. Объем усилий и затрат в рудоподготовке напрямую зависят от экономических показателей извлечения золота.

Для получения ответа на поставленную задачу нами проведены технологические испытания. Основные технологические испытания проводились в бутылках и колоннах. В процессе испытаний будут рассмотрены следующие вопросы:

*Анализ минералогического состава и химические свойства руды.* Во всех случаях определяется распределение золота по фракциям крупности. Определяются следы присутствующих металлов, проводится минералогический анализ руд, а также процедуры по определению содержания таких составляющих как сульфиды, карбонаты и др.

*Необходимость в агломерации.* Те пробы, которые содержат значительное количество мелкой фракции, в основном нуждаются в агломерации. Не существует твердых и быстрых правил, которые бы определяли необходимость в агломерации данной пробы руды. Пробы агломерируются, используя методы и реагенты, которые предусмотрены данной конкретной технологической схемой.

*Выбор связующего агента.* Как только определена необходимость в агломерации, следующим шагом будет выбор связующего агента. Очень часто выбор связующего агента зависит от принятого заводского регламента или от наличия данного реагента. Затем проводится опыты для визуального определения эффективности данного агента на агломерацию.

*Дозировка связующего агента.* Под этим понятием подразумевают оптимальное количество добавляемого реагента, опираясь на показатели затрат и качество агломерации.

*Извлечение по фракциям.* Используя метод мокрого просеивания, определяется распределение золота по классам крупности. Проводятся опыты в бутылках, и определяется извлечение золота по классам крупности.

*Кинетика выщелачивания.* Кривая кинетики выщелачивания строится на основе определения ежедневного количества экстрагированного золота в жидкую фазу. Содержание золота в растворе определяется методом атомной абсорбции.

*Расход реагентов.* Контроль за потреблением основных реагентов проводится также на ежедневной основе, путем их добавления в раствор.

Таким образом, для рудоподготовки к КВ должны проводиться анализы минералогического состава руды и её химических свойств, нужно определить необходимость агломерации, выбор дозировку связующего агента, извлечение по фракциям, кинетику выщелачивания, расхода реагентов и др.

#### Литература

Воробьев А.Е., Портнов В.С., Турсунбаева А.К. Рудоподготовка месторождений благородных металлов для кучного выщелачивания. – Караганда (Казахстан). Издательско-полиграфический центр Казахстанско-Российского университета. – 2010. – 314 с.

Воробьев А.Е., Чекушина Т.В. Кучное выщелачивание металлов. С. 541-558 // В кн.: Арнс В.Ж. Физико-химическая геотехнология (учебное пособие) – М.: МГУ, 2001. – 656 с.

Воробьев А.Е., Чекушина Т.В. Кучное выщелачивание золота оксихлоридными реагентами // В кн.: Подземное и кучное выщелачивание урана, золота и других металлов. Т.2. Золото / Под ред. проф. Фазлуллина М.И. (328 с.) – М.: Издательский дом «Руда и металлы», 2005. – С. 92-96.

Воробьев А.Е., Чекушина Т.В., Перегудов В.В. Гравиогидрометаллургия золота в Казахстане (опытно-промышленные работы) // В кн.: Подземное и кучное выщелачивание урана, золота и других металлов. Т.2. Золото / Под ред. проф. Фазлуллина М.И. (328 с.) – М.: Издательский дом «Руда и металлы», 2005. – С. 149-155.

Воробьев А.Е., Хабиров В.В. Целесообразность предварительного закисления золотосодержащих руд в штабелях кучного выщелачивания / В сб.: Совершенствование технологии обогащения комплексных полезных ископаемых. – М.: МГУ, 1996. – С. 90-94.

#### ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПРЕДКОНЦЕНТРАЦИЯ УРАНОВЫХ РУД

*Воробьев А.Е.<sup>1</sup>, Ляшенко В.И.<sup>2</sup>, Куча П.М.<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Российский университет дружбы народов, г. Москва, Российская Федерация

<sup>2</sup>ГП «УкрНИПИИпромтехнологии», г. Желтые Воды, Украина

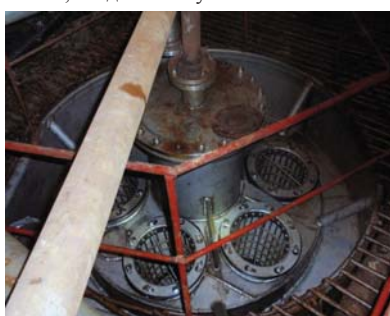
<sup>3</sup>ГП «ВостГОК», г. Желтые Воды, Украина

Анализ мирового опыта выщелачивания урана со скальных руд, исследование современных достижений отечественных и зарубежных ученых в области ПБВ, а также проведенный первичный анализ ситуации позволили авторам сделать вывод: применение ПБВ, по сравнению с применением традиционной горной очистной выемки, делают возможным исключить из технологического процесса добычи дорогие и трудоемкие операции. В результате проведенных исследований установлено, что горно-химические технологии могут быть использованы для разработки убогих и некондиционных руд отечественных месторождений и таким образом повысить их рентабельность. Кроме того, за счет привлечения в производство некондиционных руд сырьевая база добычи урана, на действующих шахтах, может быть увеличена в 1,4-1,6 раза [1,2].

В условиях Мичуринского месторождения ГП «ВостГОК» были проведены широкомасштабные исследования зависимости извлечения урана из раздробленной и разделенной на фракции рудной массы, позволившие установить количественные параметры процесса выщелачивания. Отличительной особенностью методологии определения параметров разрушения урановых руд, с заданным качеством дробления для выщелачивания, является нахождение требуемой энергии взрыва с учетом предельной энергоемкости дробления горных пород. Зная удельный расход ВВ, можно определить массу заряда на одну скважину и геометрические параметры расположения скважин во взрываемом блоке. Из анализа выражения вытекает целесообразность снижения среднего диаметра кусков отбитой руды, а также додрабливания составляющих выщелачиваемых сред с целью увеличения поверхностей контакта [3,4].

Технология опытного участка подземного блочного выщелачивания включает следующие операции [5,6]:- закисление отбитой руды в опытном блоке;- орошение

замагзинированной руды растворами серной кислоты;- сорбцию урана из продуктивных растворов на смолу (регенерированный анионит марки АМП); - интенсификация процессов выщелачивания встряхивающими взрывами;- откачка, через главный водоотлив шахты, избытка растворов после сорбции на установку очистки шахтных вод (УОШВ);- нейтрализацию и промывку отработанной рудной массы раствором извести и шахтной водой (Рис. ). Ведение процесса выщелачивания обеспечивается цепочкой установленного технологического оборудования. В состав опытного участка входят:- поверхностный узел - технический комплекс приёма и выдачи кислоты и смолы;- подземный узел - технологический комплекс выщелачивания и сорбции.



*а*



*б*



*в*



*г*

Рисунок -Технологическое оборудование для выщелачивания руды на Ингульской шахте ГП «ВостГОК» (фото): а и б - сорбционные колонны типа СНК; в - насосная с ёмкостью 0,4м<sup>3</sup> и насосом АХ; г – состав ёмкостей с ионнообменной смолой и разбавленной серной кислотой

Серная кислота из железнодорожной цистерны, используемой в качестве расходной ёмкости, периодически насосом через бурак и сливное устройство, закачивается в транспортную вагонетку – цистерну. Вагонетка-цистерна с кислотой, опускается по стволу на гор.210 м. Кислота, в соответствии с технологическим регламентом, дозируется на гор. 240 м в зумпф продуктивных растворов - на приготовление выщелачивающего раствора. Обратный выщелачивающий раствор насосом с помощью бурака подаётся с гор.240 м в систему орошения блока. Орошение осуществляется перфорированными трубами через скважины в потолочине камеры блока. Раствор просачивается через весь массив раздробленной руды и дренирует, по канаве штрека, в зумпф продуктивных растворов. После насыщения продуктивных растворов выщелоченным ураном, растворы насосом подаются на сорбцию в колонну,



где отдают металлы смоле. Проходят контрольное улавливание “проскока” смолы на грохоте и в виде фильтрата поступают на доукрепление кислотой в маточник, откуда насосом с помощью бурака закачиваются снова в систему орошения и далее в камеру блока. Эпизодически, при избытке в зумпфе продуктивных растворов из-за водопритока, часть растворов (в объёме до 10 м<sup>3</sup>) после сорбции, нейтрализуется известью в зумпфе нейтрализации, и далее насосом сбрасывается в общую водоотводную канаву штрека. Из неё раствор поступает на разбавление в отстойник главного водоотлива шахты с дальнейшей откачкой на установку очистки шахтных вод.

#### **Литература**

1. Бубнов В.К., Спирин Э.К., Капканщиков А.М., Воробьев А.Е., Смирнов Ю.Н. и др. Теория и практика добычи полезных ископаемых для комбинированных способов выщелачивания. – Целиноград (Казахстан): Жана-Арка, 1992. – 546 с.
2. Ляшенко В.И. Совершенствование добычи полезных ископаемых комбинированными способами выщелачивания // Горный журнал. – 2001.– № 1. – С. 9-14.
3. Добыча и переработка урановых руд в Украине: Монография. Под общей редакцией А.П. Чернова – К.: АДЕФ- Украина, 2001. – 238 с.
4. Горно-химическая технология добычи урана / Под ред. акад. Академии горных наук В.В. Кроткова. – М.: ГЕОС, 2001. – 368 с.
5. Воробьев А.Е., Каргинов К.Г., Козырев Е.Н. Шахтное подземное выщелачивание полиметаллических руд. – Владикавказ: Терек, 2003. – 288 с.
6. Ляшенко В.И., Кислый П.А., Дятчин В.З. Радиометрическая предконцентрация урановых руд // Обогащение руд. - 2015. - №1. - С.3-10.

### **ПРОВЕДЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ПЕРКОЛЯЦИОННОМУ ВЫЩЕЛАЧИВАНИЮ МЕДИ ИЗ РУДЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ «БАЙТЕМИР»**

*Есимова Д.М., Магад Е., Койжанова А.К., Игнатъев М.М.,  
Камалов Э.М., Магомедов Д.Р.*

АО «Центр наук о Земле, металлургии и обогащения»

В связи с неизбежным истощением сырьевой базы для производства меди, в настоящее время в гидрометаллургический процесс вовлекаются ранее разведанные, но не разработанные мелкие и средние месторождения. К таким месторождениям, в частности, относится «Байтемир». В последние годы возможность рентабельно перерабатывать низкосортное окисленное сырье гидрометаллургическими методами приобретает особое значение. Стоимость получения меди из таких руд другими способами слишком высока.

Цель данной работы - проведение исследований по извлечению меди из окисленной руды месторождения «Байтемир» методами перколяционного серноокислого выщелачивания, моделирование процессов кучного выщелачивания в колоннах либо в отвалах.

С целью изучения вещественного состава и проведения исследований по кучному выщелачиванию меди, из разведочных канав № К-5; К-5.1; КВР-3; К-9; К-10; К-10.1; К-11; К-15; К-15 месторождения «Байтемир» отобрана технологическая проба окисленной руды, с содержанием основного компонента: Cu – 0,47 % (согласно Паспорту об отборе технологической пробы № 25-bai). Материал пробы представлен монолитами и глинистым материалом.

По результатам химического анализа общее содержание меди составляет, %:  
Cu<sub>общ</sub> - 0,71; Cu<sub>окисл</sub> – 0,57; SO<sub>4</sub><sup>-</sup> – 2,57; Fe – 6,9.

Было проведено дробление руды на щековой дробилке с размером щели -25 мм и грохочение на сито с диаметром отверстий 25 мм. Основная масса руды имеет крупность менее 1 мм (62 %).

Рентгенофазовый анализ показал, что основной фазой в руде является  $\alpha$ -кварц, альбит, меньше ортоклаза и клинохлора:  $\text{Na}(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$  - 24,6;  $\text{SiO}_2$  - 21,2;  $\text{K}(\text{Al,Fe})\text{Si}_2\text{O}_8$  - 18,4;  $\text{Al}_2\text{Mg}_5\text{Si}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_8$  - 8,6;  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  - 6,9;  $(\text{Ca,Na,Fe})_2\text{Mg}_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$  - 6,6;  $\text{KAl}_2\text{Si}_3\text{AlO}_{10}(\text{OH})_2$  - 5,6;  $\text{H}_4\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_9$  - 4;  $\text{Ca}(\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}) \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  - 3,1;  $\text{TiO}_2$  - 1.

В исследуемой руде медь присутствует как в окисленной, так и в сульфидной форме. Халькопирит распространен в виде вкрапленности по нерудной основной массе, либо образует агрегаты неправильной формы размером 0,1-0,3 мм. Они как правило, сильно окислены, окружены каймой ковеллина, халькозина и борнита. Реже халькозин и ковеллин образуют отдельные зерна размером 20-60 мкм. Отмечается приуроченность сульфидов меди к прожилкам и гнездам магнетита или замещившим его окислам железа. Структура вкрапленная и прожилковая.

В соответствии с гранулометрическим составом, после ситового анализа исходной руды, образцы загружены в три перколятора по 10 кг. На орошение подавался раствор, с концентрацией серной кислоты 5; 10 и 15 г/дм<sup>3</sup>.

С целью сокращения времени влагонасыщения, перед проведением выщелачивания производилась промывка руды раствором серной кислоты соответствующей концентрации.

Ежедневно анализировался продуктивный раствор выщелачивания на содержание меди и свободной серной кислоты, замерялся его объем. Производилось измерение окислительно-восстановительного потенциала и значения pH.

На основании данных лабораторных исследований и укрупненных испытаний по перколяционному выщелачиванию была разработана технология выщелачивания медьсодержащей руды месторождения «Байтемир».

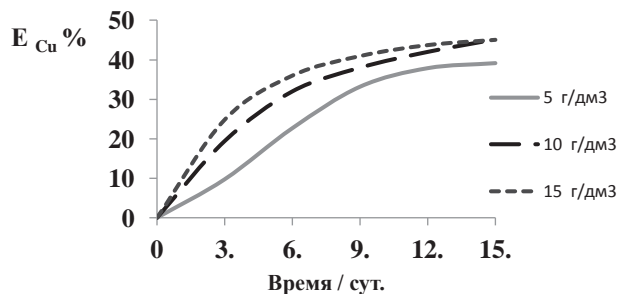


Рисунок - Динамика извлечения меди за 15 суток

Технологическая схема кучного выщелачивания меди включает:

- рудоподготовку (2-х стадийное дробление до -25мм) на щековой и конусной дробилках;
- подготовку основания для формирования штабеля (кучи), с резервуарами - накопителями для сбора продуктивных растворов;
- монтаж оросительной системы, включающий емкости для приготовления выщелачивающих растворов, насосы, задвижки, трубопроводы;
- выщелачивание меди сернокислыми растворами с концентрацией  $\text{H}_2\text{SO}_4$  5;10; и 15 г/дм<sup>3</sup>.

В результате предварительных испытаний, за 15 дней орошения, извлечение меди составило: в 1-м перколяторе, при орошении раствором с концентрацией 5 г/дм<sup>3</sup> - 42,42

%; во 2-м перколяторе, при орошении раствором с концентрацией 10 г/дм<sup>3</sup> - 45,17 %; в 3-м перколяторе, при орошении раствором с концентрацией 15 г/дм<sup>3</sup> - 46,69 %. Динамика извлечения меди показана на рисунке.

Исследования по выщелачиванию в лабораторных перколяционных колоннах позволили определить оптимальную крупность руды и режим орошения, максимальное извлечение меди из руды данной крупности, уточнить оптимальный расход серной кислоты на выщелачивание.

Исходя из полученных данных, можно сделать вывод, что с целью экономии серной кислоты и дальнейшей переработки продуктивных растворов с получением катодной меди, наиболее оптимальной концентрацией H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> для выщелачивания является - 10 г/дм<sup>3</sup>, а крупность руды -25+ 15 мм.

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ И АНАЛИЗ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ ДАМБЫ ХВОСТОХРАНИЛИЩА АГМК)**

*Рахимова М.Х.*

Ташкентский государственный технический университет, Ташкент, Узбекистан

В нашей стране и за рубежом в широких масштабах осуществляется строительство специальных намывных гидротехнических сооружений — хвостохранилищ, для складирования отходов горного производства, эксплуатация которых требует обеспечения и соблюдения строгого технологического контроля, невыполнение которого приводит к серьезным авариям и даже катастрофам.

Анализ и обобщение опыта строительства и эксплуатации дамб хвостохранилищ обогатительных фабрик показывает, что на современном этапе развития горнодобывающей промышленности одним из аспектов проблемы является задача организации всестороннего мониторинга намывных ограждающих сооружений на весь срок их строительства и эксплуатации.

В принятом Законе Руз «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» (2006 г) предусмотрено: своевременно осуществлять разработку и реализацию мер по обеспечению технически исправного состояния и по предотвращению аварии гидротехнического сооружения.

Реализация данных требований обеспечивается проведением геомеханического мониторинга, одной из составных частей которого являются маркшейдерские наблюдения за устойчивостью ограждающего сооружения хвостохранилища. Маркшейдерский мониторинг позволяет оперативно контролировать состояние устойчивости дамб хвостохранилищ. Результаты наблюдений дают возможность обнаружить участки нарушения устойчивости на начальной стадии и своевременно разработать мероприятия по устранению недостатков при эксплуатации дамбы. Учитывая, что в настоящее время отсутствует четкий модель механизма деформирования откосов дамб хвостохранилищ, исследование механизма деформирования, разработка методов контроля и оценки устойчивости дамб хвостохранилищ является весьма актуальной задачей.

Согласно «Правилам» контроль за состоянием хвостохранилища проводится по нескольким направлениям: визуальные наблюдения; маркшейдерский контроль за деформациями сооружений; наблюдения за фильтрационным режимом; контроль проектных параметров сооружения, контроль за соблюдением технологии намыва; геотехнический контроль за качеством хвостов, намываемых в дамбы и упорные призмы; контроль за заполнением емкости хранилища; контроль за качеством осветленной воды.

Таким образом, на первое место в плане обеспечения безопасности хвостохранилищ встаёт решение вопроса о разработке методики контроля и оценки их устойчивости, включающих интерпретацию полученных результатов и прогноз состояния ограждающего сооружения.

Для обеспечения безопасной эксплуатации хвостохранилищ требуется постоянная информированность о напряженно-деформированном состоянии пород в массиве, физико-механических свойствах пород, устойчивости сооружения, несущей способности основания.

Такая информация может быть получена на основе геомеханического контроля, представляющего собой комплекс методов и средств, обеспечивающих получение непрерывно поступающей натурной информации, о состоянии и свойствах насыпных или намывных грунтов и грунтов основания, дополняемой результатами лабораторных исследований. Эти методы приводятся в известных классификациях и представлены на рис. 1 [1].

Контроль устойчивости откосов основывается на ряде явлений, происходящих как в массиве - внутренние проявления, так и на его поверхности - внешние проявления. К внутренним проявлениям относят: зарождение оползневой поверхности; возникновение трещин и разуплотнение массива; потеря несущей способности пород в районе повышенных напряжений. Эти явления сопровождаются микроразрушениями, изменениями электрических, акустических, прочностных и других свойств пород, которые фиксируются специальными наблюдениями как информационные параметры процесса нарушения устойчивости. Внешними проявлениями процесса нарушения устойчивости являются деформации отдельных участков массива.

В свою очередь, используемые в маркшейдерской практике кинетические параметры деформирования горных пород достаточно хорошо отражают внутренние изменения в состоянии массивов и отвечают требованиям, предъявляемых к наблюдениям за устойчивости гидротехнических объектов. Также необходимо отметить наибольшую оперативность маркшейдерских наблюдений по сравнению с другими методами геомеханического контроля, что ставит их основными в рамках контроля и оценки устойчивости откосов намывных дамб хвостохранилищ.

Маркшейдерские инструментальные наблюдения выполняются, прежде всего, с целью выявления начала процесса оползнеобразования и его развития во времени.



Рис. 1. Алгоритм геомеханического контроля устойчивости дамб хвостохранилищ

Выбор методики проведения наблюдений осуществляется на основе анализа точности существующих методов определения вертикальных смещений (геометрическое, тригонометрическое, гидростатическое нивелирование, фотограмметрический способ, GPS определения) и горизонтальных смещений (створные наблюдения, засечки, триангуляция, трилатерация, полигонометрия, фотограмметрия, GPS-определения). Предпочтение отдаётся тому методу, который при минимальных временных и материальных затратах обеспечивает требуемую точность наблюдений.

В рамках проведения мониторинга предлагается для контроля и оценки устойчивости

дамб хвостохранилищ использовать результаты систематических инструментальных маркшейдерских наблюдений, которые отражают влияние многих факторов, обуславливающих устойчивость дамбы. При этом необходимо решить следующие задачи:

1. Разработка геомеханической модели деформирования дамб хвостохранилищ, являющейся основой при интерпретации наблюдений за деформациями откосов и прогнозу их устойчивости.

2. Разработка метода прогноза геомеханических процессов на дамбах хвостохранилищ, сравнения информационных и нормативных параметров.

3. Разработка методов маркшейдерского оперативного контроля за устойчивостью дамб хвостохранилищ - комплексной системы измерений контролируемых параметров.

Для решения поставленных задач использовались следующие методы:

1. Анализ технических и инструктивно-нормативных документов в области геомеханики, маркшейдерии и гидротехнического строительства.

2. Использование маркшейдерских инструментальных наблюдений для экспериментальных исследований деформационных процессов, происходящих на поверхности и в теле сооружения дамбы.

3. Установление функциональной зависимости между скоростью оседания и временем эксплуатации дамбы [2].

4. Апробация разработанных научных положений по контролю и оценке устойчивости откосов хвостохранилищ в производственных условиях.

Таким образом, результаты инструментальных маркшейдерских наблюдений позволяют получить аналитическую и графическую информацию о состоянии сооружения. Однако вопрос интерпретации полученной информации с целью прогнозирования состояния сооружения не нашёл своего окончательного решения. Это объясняется сложностью и конструктивным разнообразием этих сооружений, что определяет дальнейшее исследование вопроса.

#### **Литература**

1. Низаметдинов Ф.К., Бесимбаев О.Г., Долгонос В.Н. Устойчивость насыпных гидротехнических сооружений, Караганда, КарГТУ, 2013

2. Рахимов В.Р., Лебедева А.А., Афлятунов Ф.Ф. Некоторые вопросы геомеханики при эксплуатации хвостохранилищ Т., УзССР, 1978

3. Отчет по проведению маркшейдерских наблюдений за деформациями в теле дамбы хвостохранилища АГМК, ТашГТУ, 2010

4. Воробьев А.Е., Орзухаева З.Ш., Роман А.Т. Характеристика гидрогеологических условий бассейна р. Терек // Труды Международной научно-практической конференции «Наука и образование – ведущий фактор стратегии «Казахстан – 2030». Часть II. Караганда. 2012. С. 278-280.

КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КАУСТОБИОЛИТОВ

Пуланова С.А.<sup>1</sup>, Шпирт М.Я.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт проблем нефти и газа РАН, Москва

<sup>2</sup>Институт нефтехимического синтеза РАН, Москва

Обобщены опубликованные данные по содержанию МЭ в каустобиолитах и использованы параметры для их сопоставления – степень концентрирования МЭ всей массой каустобиолитов и их минеральными веществами по сравнению с кларками глинистых пород ( $Q_i$  и  $Q_i^A$ ). Элементы, содержания которых статистически выше кларков, являются типоморфными т.е. характеристическими (Юдович и Кетрис, 2002). Классификация МЭ в различных каустобиолитах проведена по их типоморфности. Вследствие возможных ошибок определений МЭ в исследуемых объектах, вывод о типоморфности МЭ сделан при  $Q_i > 1,4$  и при  $Q_i^A > 2,0$  (Шпирт, Пуланова, 2014). В таблице показаны типоморфные элементы, рассчитанные по их средним содержаниям для всех изученных месторождений углей, сланцев (горючих и черных) и нефтей. Типоморфные элементы расположены в рядах по убыванию  $Q_i$  или  $Q_i^A$ . МЭ с примерно одинаковыми величинами  $Q_i$  или  $Q_i^A$  даны в скобках. Минеральные вещества углей и нефтей отличаются их максимальным числом. По числу типоморфных МЭ каустобиолиты располагаются в следующей убывающей последовательности: нефти>угли>сланцы (горючие, черные).

Таблица Типоморфные МЭ в различных каустобиолитах

Каустобиолиты	Типоморфные МЭ	
	на сухую массу $Q_i > 1,4$	на минеральное вещество $Q_i^A > 2,0$
Уголь	Au, Se, Hg, Re, Ge, As	Au, Se, Hg, Re, Ge, As, W, Mo, Be, (B, Pb), U, Ag, Gd
Горючие сланцы	Se, Hg, (Re, Cs), (Ce, Sc, Nb)	Se, Hg, (Re, Cs), Ce, Nb, Sc, Hf, B, Zn, (W, Ge)
Черные сланцы	Re, Se, (Ag, Mo), Hg, (Cs, As, Au, U), (Zn, W, V), Ge	Re, Se, (Ag, Mo), Hg, (Cs, As, Au, U)
Нефть	-	Hg, Mo, Se, V, Au, Ni, Ag, Cs, Zn, As, Co, U, Cu, Ga, Cr, Rb

Дана классификация МЭ в зависимости от степени их концентрирования в углях бассейнов европейской части России, Урала, Казахстана, Сибири, Дальнего Востока (Приморье), Средней Азии, различающихся марками углей и возрастом вмещающих отложений.

Из рассмотренных бассейнов в наибольшей мере обогащено минеральное вещество углей Северо-Сосьвенского бассейна, в котором для отдельных элементов коэффициент концентрирования достигает Ag – 55; Ge – 27; W – 23; B – 15, а также Ферганского: Ag – 43; Ba – 26,5; Be и As – 6,5. В меньшей мере обогащено минеральное вещество углей Львовско-Волынского: Ge и Mo – 15; As – 5 и Кизеловского бассейнов: Zn – 15; Ag – 14,5. Минеральное вещество углей других рассмотренных бассейнов содержит меньшее число МЭ, превышающих кларк, и величины коэффициента концентрирования в них несколько ниже.

Для Печорского Mo – 4; для Карагандинского: Ag – 7; Cu – 4; для Южно-Якутского: Pb и Mo – 5; для Дальневосточного: As – 4; W – 3,5.

Обобщены данные по типоморфным элементам горючих и черных сланцев Прибалтики, России, Украины, Белоруссии, Таджикистана, Узбекистана и Казахстана. На Байсунском месторождении (палеоген) большое количество элементов в сухом остатке сланца превышает кларки. Это Yb, Co, Be, Ni, V, Ag, Mo, Re, причем величины  $Q_i$  достигают максимальных величин: для Re – 500, для Mo – 692, для Ag – 143. Несколько ниже, но также очень высоки величины  $Q_i$  для сузакского сланца (Узбекистан, ордовик): содержания Zn, V, Ni, Ag и Mo значительно выше кларков. Максимальные величины  $Q_i$  характерны также для Ag (71) и Mo (461). Сланцы Украины и Белоруссии содержат меньшее количество типоморфных элементов в сухом остатке. При пересчете на минеральное вещество большее количество МЭ попадает в ранг типоморфных, а величины  $Q_i^A$  становятся значительно выше.

Приведены типоморфные элементы в минеральном веществе нефтей месторождений осадочных бассейнов различного геоструктурного типа (платформенные и складчатые области), характеризующиеся палеозойским, мезозойским и кайнозойским возрастом вмещающих отложений. В отличие от сланцев и углей минеральное вещество нефтей обогащается МЭ по сравнению с глинами значительно.

Максимальное количество МЭ попадает в интервал  $Q_i^A=10-100$ , также достаточно много элементов имеет значение  $Q_i^A$  от 100 до 1000. Минеральное вещество нефтей палеозойского возраста некоторых регионов содержит значительные количества V и Ni. Так, по V величина  $Q_i^A$  для палеозойских нефтей Волго-Урала составляет 1246, Тимана – 881,5. Эти величины для нефтей из мезозойских и кайнозойских отложений существенно ниже, колеблясь для нефтей различных регионов от 2,3 (Мангышлак) до 96,1 (Дагестан).

Таким образом, анализ распределения МЭ в каустобиолитах угленосных, сланценосных и нефтегазоносных бассейнов и классификация в них типоморфных МЭ по величине коэффициента их концентрирования свидетельствует о том, что степень обогащения каустобиолитов МЭ в различных осадочных бассейнах контролируется геотектоническим фактором. Максимумы накопления МЭ по величинам  $Q_i$  и  $Q_i^A$  в углях приурочены к рифтовым впадинам молодых подвижных и древних активизированных платформ (Забайкалье, мезозой восточного склона Урала, Дальний Восток), а также к срединным массивам геосинклинальных областей (Буреинский, Зырянский, Ферганский). Максимальное содержание МЭ в сланцах часто приурочено к платформенным формациям (битуминозным породам доманика Русской платформы, баженовской свите Западной Сибири), однако и некоторые глинисто-сланцевые формации геосинклинальных областей также могут быть обогащены МЭ (Байсунское месторождение, сузакские сланцы Узбекистана). Нефти, обогащенные МЭ, выявлены в центральных частях древних и молодых платформ и во впадинах эпиплатформенных орогенов.

Каустобиолиты с повышенным содержанием МЭ могут стать источником дополнительной добычи последних. Те каустобиолиты, в которых концентрация одного или нескольких МЭ больше  $C_{\min}$  (Шпирт, Пунанова, 2015), являются металлоносными и по существу являются комплексным сырьем для использования МЭ и их энергохимического потенциала.

Таким образом, сопоставление абсолютных содержаний и соотношений широкого круга МЭ в различных каустобиолитах позволяет более ясно представить процессы обогащения этих каустобиолитов микроэлементами и оценить перспективность технологий их комплексного использования с получением товарных соединений тех или иных МЭ.

## **ОПЫТ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ КОМПЛЕКСНОГО ОСВОЕНИЯ ТЕРРИТОРИАЛЬНО СОВМЕЩЁННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ВОДОРАСТВОРИМЫХ КАЛИЙНО-МАГНИЕВЫХ СОЛЕЙ И УГЛЕВОДОРОДОВ**

*Толкачев Г.М., Козлов А.С., Шилов А.М., Анисимова А.В.*

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», Министерство образования и науки РФ

Известно [1], что залежи углеводородов довольно часто приурочены к областям соленакпления. Территориально совмещенные и расположенные на разных глубинах месторождения калийных солей, нефти и газа имеются в недрах ряда стран мира: Россия, Беларусь, Германия, Франция, Канада, США. В России такое сочетание полезных ископаемых встречается в Восточной Сибири (Непский калиеносный бассейн) и в Пермском крае на территории Соликамской депрессии, в пределах которой подземным способом разрабатывается Верхнекамское месторождение калийно-магниевого солей (ВКМКС).

Принимая во внимание высокую уязвимость к затоплению рудников соледобывающих предприятий [2], осуществляющих разработку полезного ископаемого подземными горными выработками, а также ограниченность ресурсов калийных солей, являющихся основной сырьевой базой для функционирования различных отраслей промышленности и сельского хозяйства, разработка нефтегазовых залежей на этих площадях сдерживается по настоящее время. Единственной территорией, где такие работы осуществляются, являются участки «некондиционных» руд ВКМКС. С 1965 года работники нефтяной промышленности неоднократно ставили вопрос о необходимости системного изучения нефтегазоносности подсольевых отложений ВКМКС, но работа по поиску, разведке и последующей разработке месторождений углеводородов не проводилась из-за отсутствия в мировой практике надежных средств защиты отложений водорастворимых минеральных солей от пресных и минерализованных вод во вскрываемом глубокими скважинами разрезе. Именно это обстоятельство дало основание специалистам Министерства химической промышленности СССР и Министерства геологии предполагать, что при строительстве и эксплуатации глубоких нефтяных скважин может произойти проникновение подземных вод в соляную залежь.

Чтобы дать однозначный ответ в отношении предполагаемой опасности проникновения подземных вод в соляную толщу при вскрытии её глубокими нефтяными скважинами, требовалось оценить горно-геологические условия расположения нефтяных и калийной залежей, проанализировать современное состояние техники и технологии проводки скважин и существующие системы разработки калийных руд, выполнить ряд лабораторных исследований. Для этого был привлечен широкий круг специалистов ППИ (ныне ПНИПУ) разного профиля – геологов, буровиков, горняков, экономистов. По результатам выполненной НИР «Технико-экономическое обоснование возможности комплексной разработки калийных и нефтяных месторождений Соликамской впадины» [3] был сделан вывод, что комплексная разработка калийного и нефтяных месторождений не только возможна, но и экономически целесообразна. Отчет о НИР был рассмотрен и одобрен в Госплане СССР и Госгортехнадзоре СССР с рекомендацией продолжить исследования по практической реализации комплексного освоения недр территории ВКМКС.

В рамках этих работ в ППИ-ПГТУ-ПНИПУ разработаны:

-технологическая схема комплексного изучения, освоения и охраны недр территории ВКМКС;



- конструкция глубоких нефтяных скважин;
- специальные составы буровых растворов и тампонажных материалов;
- нормативные документы, регламентирующие порядок и качество строительства и ликвидации глубоких нефтяных скважин на площадях залегания калийных солей ВКМКС.

Их реализацией решаются следующие задачи:

- строительство скважин различного назначения (поисковые, разведочные, опережающие, добывающие, нагнетательные, специальные скважины для закачки жидких отходов в глубокие поглощающие горизонты и др.) с обеспечением высокого качества вскрытия и разобщения водозащитных и соляной толщ от флюидов недр;
- получение данных по газосодержанию соляной толщи, которые необходимы для оценки опасности развития газодинамических явлений при разработке калийной залежи подземными горными выработками;
- отбор представительного керна для уточнения геологического разреза ВКМКС и категории запасов ископаемых солей;
- ввод в эксплуатацию нефтегазовых залежей подсолевой части разреза;
- ликвидация скважин, выполнивших своё назначение.

К настоящему времени на территории ВКМКС на участке отсутствия запасов калийных солей промышленных категорий пробурено более 1080 глубоких нефтяных скважин, открыто 12 нефтяных месторождений, 11 из которых разрабатываются. Установленное с привлечением прямых (инструментальных) и косвенных (геофизических) методов качество строительства и техническое состояние этих скважин свидетельствует, что защищенность соляной толщи и крепи самих скважин от негативного воздействия флюидов недр и техногенных процессов отвечает требованиям охраны недр и промышленной безопасности. С 1976 года из недр этой территории добыто более 80 млн т нефти, а производство хлористого калия в 2014 году составило около 12 млн т.

По нашему мнению, опыт, технологии и инновации строительства глубоких нефтяных скважин на некондиционных участках ВКМКС уже сегодня могут быть успешно использованы при ведении работ по опережающей разведке и разработке месторождений углеводородов на кондиционных участках этого калийного месторождения. Реализованные на территории Пермского края наработки по комплексному освоению недр могут явиться основой для принятия решений по освоению недр других территорий, например, в пределах Непского месторождения калийных солей. (Иркутская область).

#### **Литература**

1. Толкачев Г.М. Основные направления обеспечения экологической и промышленной безопасности разработки территориально совмещенных месторождений нефти и калийно-магниевого солей (на примере территории ВКМКС) //Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2005. – № 9-10. – С. 63-65.
2. Шиман М.И. Предотвращение затопления калийных рудников. – М.: Недр – 1992. – 176 с.
3. Технично-экономическое обоснование возможности комплексной разработки калийных и нефтяных месторождений Соликамской впадины: Отчет о НИР / Пермский политехнический институт; Руководитель Г.М.Толкачев. – Шифр работы 70/4; № ГР 70060530. ДСП. – Пермь, 1971. – 160 с.
4. Воробьев А.Е., Чекушина Т.В. Комплексное освоение резервных и забалансовых руд месторождений стратегически важного минерального сырья на основе их глубокой переработки методами физических, физико-химических и биологических воздействий // Материалы международной научно-технической конференции «Наука и образование 2004», Ч.6. – Мурманск, 2004. – С. 258-261.

## ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И УТИЛИЗАЦИИ ПОПУТНОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА В РФ

*Гордеев И.И.*

Уральский Федеральный Университет им. первого Президента РФ Б.Н.Ельцина  
Высшая Школа Экономики и Менеджмента  
Кафедра Экономики природопользования

1 января 2013 года вступило в силу Постановление Правительства РФ от 8 ноября 2012 г. N 1148 "Об особенностях исчисления платы за выбросы загрязняющих веществ, образующихся при сжигании на факельных установках и (или) рассеивании попутного нефтяного газа". Согласно данному постановлению происходит расчет платы за сжигание попутного нефтяного газа. Принятие данного документа узаконило сжигание 5% добываемого попутного нефтяного газа, что является хорошим показателем, аналогичным западным. Также установлены дополнительные коэффициенты, при сверхлимитном сжигании, которые, например, для ЯНАО увеличивают платежи в 500 раз. Кроме этого при отсутствии приборов учета на факельных установках принят коэффициент 120. Все вышеперечисленные меры являются принудительными, выполнение которых должно снизить объем сжигаемого попутного нефтяного газа на факельных установках, тем самым снизить вредное воздействие на окружающую среду.

Но в законе так же, имеются и стимулирующие меры, которые при более детальном разборе существенно увеличивают объем разрешенного сжигания попутного нефтяного газа, например:

- При установке приборов учета на факельных установках, перестает действовать повышающий коэффициент. Но приборы учета на факельных установках имеют погрешность +/- 5%, согласно ГОСТ Р 8.615-2005, что в результате снижает долю полезного использования попутного нефтяного газа с 95% до 90,25% абсолютно закономерно.

**Рекомендация:** на факельных установках необходимо использовать приборы с меньшей погрешностью, так как в данном случае речь идет о миллиардах м<sup>3</sup> газа.

- На начальной стадии разработки и добычи лимиты на сжигание ПНГ не устанавливаются и дополнительные коэффициенты не распространяются. Следует обратить внимание на то, что наибольший объем попутного нефтяного газа при добычи нефти или конденсата образуется именно на начальной стадии, и составляет 10 и более %. Под начальным этапом понимается разработка в первые три года или выработка месторождения на 5%. Таким образом, на факелах. В результате данной стимулирующей меры произойдет: безвозвратная потеря около 10-15% попутного нефтяного газа; отпадает необходимость использования локальных, передвижных установок переработки попутного нефтяного газа, которые и так используются крайне редко; ввиду такой отсрочки ухудшаются инвестиционные показатели для объектов переработки попутного нефтяного газа, так на начальном этапе нет в них необходимости; существенно снижается объем платежей, за счет отсутствия коэффициентов на сверхлимитном сжигании.

**Рекомендация:** На начальной стадии разработки месторождения учитывать за платежи, при сверхлимитном сжигании попутного нефтяного газа, инвестиции направленные на создание объектов и инфраструктуры по переработке попутного нефтяного газа.

- Освобождены от применения дополнительных коэффициентов при расчете плат месторождения, где суммарный объем за год попутного нефтяного газа составляет менее 5 млн. куб. м. По оценкам специалистов более 60% всех факельных установок сжигают менее 5 млн. куб. м. попутного нефтяного газа в год. Общий объем сжигания составляет около 2,5 млрд. куб. м. в год или 25% от общего объема сжигаемого

попутного нефтяного газа в стране. В результате 30% сжигаемого газа не облагаются повышенными платежами, что существенно снижает объем поступающих денежных средств.

**Рекомендация:** Единственным выходом в данной ситуации является обязательное использование локальных, передвижных установок по утилизации попутного нефтяного газа.

• В постановлении введено понятие "агрегированный способ расчета сжигания попутного нефтяного газа", который подразумевает под собой определения среднего показателя использования попутного нефтяного газа внутри компании, и возможности взаимозачета внутри компании по всей стране. В данном случае это скорее качественный показатель, нежели количественный, так как 90% сжигание на одном месторождении компенсируется 5% на другом. В результате этого экологическая обстановка отдельных районов может значительно ухудшиться.

**Рекомендация:** Не использовать подобный метод расчета.

• Во время планового ремонта на газоперерабатывающем заводе происходит увеличение сжигания попутного нефтяного газа на месторождении. Но данные объемы газа считаются как полезно использованные. В результате сжигается, в зависимости от ремонтных работ, которые продолжаются от месяца до трех, от 8% до 25% газа в год. При этом никаких повышающих коэффициентов нет.

**Рекомендация:** Создать условия, при которых бы газ не сжигался, а перенаправлялся. Направлять газ на станции ТЭЦ, хранилища попутного нефтяного газа, на другой газоперерабатывающий завод.

Таким образом, следуя данному постановлению, реальный уровень полезного использования попутного нефтяного газа составляет около 70%.

Предлагаемые рекомендации направлены на увеличение данного показателя и на снижение объемов сжигания попутного нефтяного газа на факельных установках месторождений.

## ОКИСЛЕНИЕ И ЭТЕРИФИКАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТВЕРДЫХ ПАРАФИНОВ

*Гилязов Е.Г., Сагинаев А.Т.*

Атырауский институт нефти и газа Министерства образования и науки Республики Казахстан

Увеличение объемов производства твердых парафинов – одна из важнейших задач нефтепереработки в настоящее время [1]. В ближайшие годы рост выработки парафинов возможен в основном за счет интенсификации действующих производств.

Продукты, получаемые на базе твердых углеводородов нефти, все шире используют в различных отраслях народного хозяйства. Так, твердые парафины являются сырьем для производства жирных кислот и спиртов,  $\alpha$ -олефинов, белково-витаминных концентратов, применяются для пафинирования бумаги и картона, покрытия сыров и фруктов, в спичечном и свечном производстве, в парфюмерной промышленности и медицине, при производстве поверхностно-активных веществ и т.д. [2-6]. Сорбционная очистка позволяет получать продукты улучшенного качества, без использования энергоемкой сернокислотной и дорогостоящей гидрогенизационной очистки.

В лабораторных условиях нами исследован процесс окисления твердого промышленного парафина с температурой плавления 45 °С, *n*-парафиновые углеводороды состава C<sub>15</sub>-C<sub>24</sub> с чистотой 99,5 %, а также относящиеся к твердым парафинам низкомолекулярный отход производства полиэтилена, так называемый

«Воск», и низкомолекулярный отход производства полипропилена – атактический полимер «Атактика».

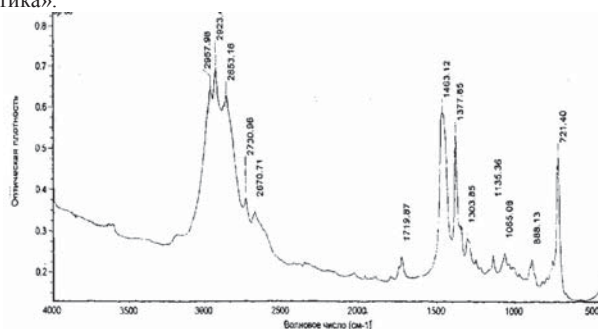


Рисунок 1 – ИК-спектр этерификации продуктов окисления твердого парафина

Окисление выбранных парафинов проводили в присутствии катализатора  $MnO_2$  в количестве 0,5% на загрузку, при скорости подаваемого воздуха 0,5 л/час на 1 г сырья в течение 6 часов при 140 °С в растворе гептана, нонана.

Этерификацию продуктов окисления твердого промышленного парафина, «Воска» и «Атактики» проводили с этиловым спиртом в среде бензола в присутствии катализатора КУ-2 в течение 4 часов при 90 °С в стеклянной колбе, снабженной ловушкой Дина-Старка при перемешивании. Строение синтезированных сложных оксифириных соединений твердых промышленных парафинов (твердый парафин, воска, атактика) устанавливали с помощью прибора ИК-Фурье спектрометра LR-200, Termo Nicolet. Как видно, из рисунков 1, 2 и 3 в ИК-спектрах выделены полосы с частотой поглощения в области 1715, 1719, 1720  $cm^{-1}$ , относящиеся к C=O-группе алифатических сложных эфиров, 1463, 1462, 1467  $cm^{-1}$ , относящиеся к метиленовой группе при  $-CH_2-O-CO-$ , и 1377  $cm^{-1}$ , относящаяся к симметричному деформационному колебанию алифатической  $CH_3$ -группы.

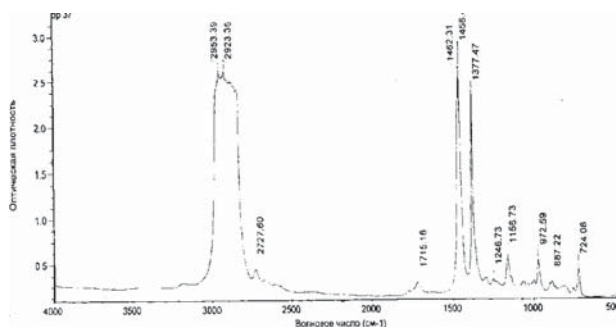


Рисунок 2- ИК-спектр этерификации продуктов окисления «Воска»

Таким образом, в результате этерификации продуктов окисления твердого парафина, «Воска» и «Атактики» по данным ИК-спектроскопических исследований можно предположить, что в молекулах этих высокомолекулярных соединений образуются сложноэфирные функциональные группы, поэтому их можно рассматривать, как сополимеры этилена или пропилена с винилацетатом.

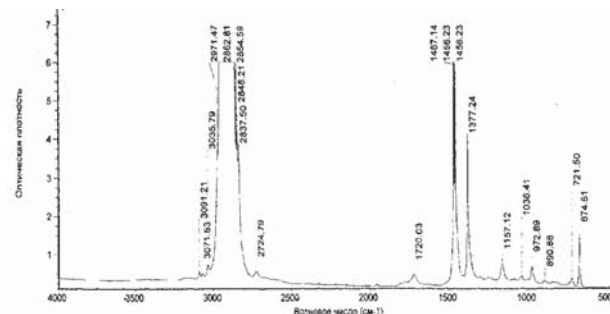


Рисунок 3 - ИК-спектр этерификации продуктов окисления «Атактики»

#### Литература

1. Сборник Н.Т. Технология парафинов и масел. М.: Химия, 1985. 157 с.
2. Переверзев А.Н., Богданов Н.Ф., Рощин Ю.М. Производство парафинов. М.: Химия, 1973. 224 с.
3. Казакова Л.П. Твердые углеводороды нефти. М.: Химия, 1986. 186 с.
4. Пальчиков Г.Ф., Игонин П.Г., Пашенко М.А. Сырье для получения синтетических нафтеновых кислот // Труды ГрозНИИ, вып. 15, 1963. С. 294-297.
5. Игонин П.Г., Свиткин В.В. и др. Непрерывный и периодический методы окисления жидких парафинов с целью производства синтетических жирных кислот // Труды ГрозНИИ, вып. 15, 1963. С. 303-322.
6. Леонидов А.Н., Есипко Е.А., Болдинов В.А. Получение твердых парафинов из дистиллятов гидрокрекинга // Нефтепереработка и нефтехимия. 1999. № 1, С. 26-30.
7. Сильвестейн Р., Босхер Г., Маррил Т. Спектроскопическая идентификация органических соединений. Перевод с английского. М.: Мир, 1977. 590 с.

### ПРОЦЕСС ТЕРМОДЕСТРУКЦИИ ОТХОДОВ ПОЛИОЛЕФИНОВ КАК ВОЗМОЖНОСТЬ ИХ РАЦИОНАЛЬНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ

*Кузьменко О.С., Нехорошева А.В., Нехорошев С.В.*

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Югорский государственный университет»

Актуальность мировой проблемы переработки различных полимерных отходов обусловлена прежде всего ежегодно нарастающим их количеством (более 200 млн. тонн), а также значительной их инертностью к окружающей среде, что естественно наносит довольно ощутимый урон биосфере. На долю полиолефинов (ПО) (полипропилен (ПП), полиэтилен высокого (ПЭВД), среднего (ПЭСД) и низкого (ПЭНД) давлений) приходится более половины от общего количества отходов пластмасс. Одним из технологических направлений в решении этой проблемы, на наш взгляд, является получение широкой фракции углеводородов (ШФУ) методами термической и термокаталитической деструкции полимерного сырья.

В данной исследовательской работе в качестве исходных веществ нами использованы образцы различных марок полиэтилена (ПЭ) и полипропилена (ПП). Реакционная установка собрана из стандартного колбоагрегатора со стеклянной реакционной колбой, обратного холодильника, соединенного с термостатом для задания режимов фракционирования, а также прямого холодильника и сосуда для сбора ШФУ. В конструкцию установки также входили - устройство для подачи азота в

реакционную колбу и две термодары.

В ходе работы были использованы следующие экспериментальные физико-химические методы исследования: ИК-спектроскопия; газо-жидкостная хроматография с масс-селективным и пламенно-ионизационным детектированием; ЯМР-спектроскопия, а также методика оценки ошибки при обработке данных и др.

Полученные жидкие продукты представляли собой маслянистую жидкость от прозрачно-водяного и светло-желтого до темно-коричневого цветов, а также кубовый мазеобразный темно-коричневый остаток. Плотность жидких образцов менялась от 0,687 до 0,825 г/см<sup>3</sup>, а их молекулярная масса - от 200 до 464 г/моль.

Установлено, что продукт термической деструкции ПЭ представляет собой сложную смесь углеводородов с числом атомов углерода в молекулах от 3 до 45. В основном это  $\alpha$ -алкены и алканы нормального строения с примесью разветвленных и циклических предельных и непредельных углеводородов. Алканы представлены всеми линейными гомологами, в молекулах которых содержится до 45 атомов углерода, а алкены – линейными гомологами содержащими до 25 атомов углерода в молекуле. У алкенов кратная связь находится, преимущественно, в  $\alpha$ -положении.

Жидкий продукт, полученный путем термической деструкции ИПП, представляет собой сложную смесь углеводородов с числом атомов углерода в молекулах от 3 до 35, основную массу которых составляют молекулы с 6-18 атомами углерода. В основном, это полиметилзамещенные  $\alpha$ -алкены и алканы с примесью циклоалканов и диенов.

Результаты хромато-масс-спектрометрического анализа (ХМС) показали, что идентифицируемые пики индивидуальных соединений прослеживаются до времен удерживания 56 и 72 минуты (общее время анализа 80 минут) для ПП и ПЭ соответственно. Среди них идентифицированы насыщенные углеводороды состава до  $n$ -C<sub>40</sub>. Установлено, что кроме углеводородов линейного строения в полученных продуктах присутствует большое количество разветвленных структур. Согласно результатам анализа, при проведении деструкции полиолефинов наряду с алканами образуются алкены, диеновые, а также циклические углеводороды. При этом основную долю среди идентифицированных соединений C<sub>3</sub>–C<sub>32</sub> составляют насыщенные углеводороды. Независимо от состава исходного полимера образуется один и тот же набор углеводородных соединений, но количественные соотношения между отдельными компонентами изменяются в достаточно широких пределах. В результате анализа идентифицирован гомологический ряд прямоцепочных алканов C<sub>8</sub>–C<sub>40</sub> и гомологический ряд прямоцепочных моноолефинов C<sub>9</sub>–C<sub>31</sub>.

Исследование методом ИК-спектрометрии показало отсутствие характеристических валентных колебаний ароматического кольца в области 1600–1500 см<sup>-1</sup>. В то же время подтверждены данные ХМС о наличии непредельных соединений в продуктах реакции. В частности, выявлены полосы с максимумами поглощения при 720 и 729 см<sup>-1</sup>, что свидетельствует о маятниковых колебаниях С–Н-связи в метиленовых группах (CH<sub>2</sub>)<sub>n≥3</sub>. Полосы с максимумами поглощения 1077, 1131, 1303 см<sup>-1</sup> говорят о наличии предельных С–С связей, разветвленных структур, кроме того, наличие метильных групп C<sub>4</sub>–C<sub>8</sub> подтверждается пиком деформационных колебаний в области 1378 см<sup>-1</sup>. К тому же, выявлены характеристические валентные колебания С–Н в группе =CH<sub>2</sub>- 3074–3077 см<sup>-1</sup>, деформационные колебания связи =С–Н - 888, 909, 992 см<sup>-1</sup>, а также валентные колебания связи С=C- 1463, 1471, 1642 см<sup>-1</sup>.

Количественную информацию о конфигурационном строении цепи полиолефина получили методом ЯМР<sup>1</sup>Н спектроскопии. Идентификация сигналов протонов алкильных, нафтеновых соединений, алкильных заместителей и непредельных соединений произведена на основе данных D. J. Cookson, B. E. Smith / Examination of Fisher-Tropsch products using n.m.r. – Fuel. – 1989. – Vol. 68, June. Спектры записаны в растворах CDCl<sub>3</sub>, химические сдвиги приведены относительно тетраметилсилана при комнатной температуре. Из полученных данных следует, что

содержание непредельных углеводородов меняется в широких пределах. Максимальное количество непредельных углеводородов присутствует в первых фракциях жидких продуктов. Вероятнее всего, это обусловлено механизмом термодеструкции. Результаты определения йодного числа и расчета массовой доли непредельных углеводородов по ГОСТ 2070-82 соответствуют сделанным выше выводам.

В зависимости от вида полимера и условий деструкции выход жидких продуктов составил 60-90 %, твердых (воски) – 5-25%, а газообразных (потери) – 10-15%.

В работе изучалась совместимость полученных продуктов деструкции полиолефинов со сборной товарной нефтью, поступающей для транспортировки в российскую нефтепроводную систему. Результаты проведенной совместно с Институтом химии нефти СО РАН (г.Томск) серии экспериментов со сборной нефтью Самотлорского месторождения показали, что даже 5% добавка продуктов термической деструкции полиолефинов не ухудшает товарные свойства нефти (согласно ГОСТ 31378-2009)

#### **Литература**

1. *Гаев Ф.Ф., Девяткин В.В.* Проблемы рециклинга полимерных отходов России [Электронный ресурс].- <http://www.waste.ru/modules/section/item.php?itemid=8> – статья в интернете.
2. *Зубайдуллин А.А., Салихова Н.М., Коротаев В.Н., Анфимова Ю.В., Ильиных Г.В.* Организация системы комплексного обращения с отходами на территории населенных пунктов ХМАО – Югры [Электронный ресурс].- <http://www.sibnirp.ru/files/zubaidullin.doc> - статья в интернете.
3. *Караханов Э.А.* Синтез газ, как альтернатива нефти [Электронный ресурс].- [http://chemistry-chemists.com/N2\\_2008/S1/ChemistryAndChemists\\_2\\_2008-S1.htm](http://chemistry-chemists.com/N2_2008/S1/ChemistryAndChemists_2_2008-S1.htm) - статья в интернете.
4. *Нехорошев В.П., Нехорошева А.В., Госсен Л.П., Попов Е.А., Тузовская И.В.* Окисленный атактический полипропилен: получение, свойства и применение. // Журнал прикладной химии. - 2000. - Т. 73, № 6. - С. 996-999.
5. *Сирота А.Г.* Модификация структуры и свойств полиолефинов / А.Г. Сирота Л.: Химия. - 1984. - 152с.
6. Доклад об экологической ситуации в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре: электрон.версия 2013. <http://www.ecology.admhmao.ru/>
7. *Нехорошева, А.В., Нехорошев В.П.* Атактический полипропилен и некристаллические полимеры пропилена: получение, строение, свойства и применение. Ханты-Мансийск: Изд-во: Полиграфист, 2008 – 150 с.

## **О ЗОЛОТЕ НА МЕСТОРОЖДЕНИИ ТАЛДЫБУЛАК ЛЕВОБЕРЕЖНЫЙ**

***Чарский В.П.***

Институт геологии НАН КР, г. Бишкек

Месторождение Тадыбулак Левобережный открыто Боординской ГРП в 1963 году при проверке колонковым бурением геофизической аномалии ВП. Месторождение находится в горах Кок-Джон, в нижней части склонов среднего течения долины реки Талды-Булак, в 12 км от поселка Орловка и в 20 км. от железной дороги станции Быстровка. Месторождение приурочено к гнейсам и мигматитам нижнего протерозоя. Район месторождения в структурном плане представляет собой сложную брахиантиклиналь сложенную вулканогенно-осадочными породами верхнего девона с широким развитием полей магматических и метасоматически измененных пород (граниты, пегматиты, сиениты, листвениты, березиты, калишпатиты и др.) и пород даечного комплекса. Метаморфические породы прорваны верхнепалеозойскими

вулканическим комплексом смешанного (от кислого до среднего) состава. В результате постмагматической деятельности породы комплекса претерпели глубокие метасоматические преобразования. Конечные их продукты представлены сиенитоподобными породами, березитами, листовнитами, турмалинитами, ярозитовыми метасоматитами.

Турмалиниты образуют пологозалегающие и реже крутопадающие тела сложной формы. Рудолокализирующими структурами являются преимущественно пологозалегающие зоны дробления на сопряжении с крутопадающими на юго-запад разломов северо-западного простирания.

Оруденение приурочено не только к висячему блоку этой зоны смятия, но и на – востоке месторождения прослеживается и в лежачем боку этой зоны смятия и рассланцевания.

Золото на месторождении Талдыбулак Левобережный является основным видом полезного ископаемого. Оно встречается как в дисперсных, так и в выделениях более крупных размеров, в основном в сульфидах, реже в кварце и карбонатах. Средняя крупность золота оценивается в пределах 0,02 – 0,005 мм. Наиболее высокие концентрации самородного золота наблюдаются в прожилках халькопирита и пирита.

Иногда его содержание в халькопирите достигает 120 г/т и более. Золото выделялось из гидротермальных растворов одновременно с халькопиритом. Морфология такого золота обычно каплевидная, амёбовидная. Укрупнение золотин связано с пострудным метаморфизмом, ведущим к перекристаллизации халькопирита с образованием гранобластической структуры. Размеры таких золотин более крупные (в среднем 0,05 мм) по сравнению с выделениями в других минералах. На месторождении выделено две генерации халькопирита. Золото в основном, приурочено к поздней генерации.

В халькопирите был встречен кристалл золота, пентагондодекаэдрического габитуса. Самородное золото в каемках халькопирита на границе с кварцем отмечается в виде мелких (0,001 мм и менее) “шариков”, которые образуются в халькопирите в процессе диффузии золота (рис. 1).



Рис 1. Шаровидный характер выделения золота (2) в халькопирите (1) на границе с кварцем (3); 5 – не золотоносный халькопирит; 4 – вмещающая порода

Они очень напоминают коллоидные образования. Зоны такого золотосодержащего халькопирита обычно прерывистые, по мощности колеблются от 0,5 до 2 мм. На контакте халькопирита с пиритом иногда встречаются двойникованные кристаллы золота.

Первым по значимости минералом-накопителем самородного золота является пирит. Основная его часть представлена массивным пиритом, в микротрещинах которого образуются прожилки золота, и метакристаллы пирита золото в которых отмечается как в виде просечек так и в атомарном виде.

На месторождениях можно наблюдать частично растворенные кристаллы пирита, которые были подвергнуты поздней регенерации. Это говорит о длительном характере



образования месторождения.

Морфология золота в массивном пирите весьма разнообразна: пластинчатая, крючковатая и более сложная размером от 0,001 до 0,1 мм. Иногда наблюдается самородное золото в виде просечек в метакристаллах пирита кубического габитуса. Данные метакристаллы пирита часто включают в себя халькопирит, самородное золото.

Следует отметить, что каплевидные формы самородного золота размером до 0,003мм в метакристаллах пирита содержат включения хромита и кобальтина (?), которые диагностированы лазерным микроанализом. Также был найден редкий метакристалл пирита, содержащий в себе пирит более ранней генерации кубического габитуса. В последнем имелись просечки самородного золота. Большой редкостью в метакристаллах пирита совместно с "желтым" золотом отмечается "красное" золото, цвет которого обусловлен высоким содержанием меди в золотине.

Соотношение распределения золота в рудах (в сульфидах, кварце, карбонатах и др.), а также его размеры (процент содержания самородного и атомарного золота в сульфидах) и др., имеет большое значение при извлечении золота из руд.

В среднем, даже флагман горнорудной промышленности в Кыргызстане Кумтор, извлекает из руды всего 80% золота. Такое извлечение золота из руды, привело к тому, что на сегодня уже более 65 тонн золота хранится в "хвостах".

Предположительно столько же (такой же процент) будут извлекать золота из руды на месторождении Талдыбулак Левобережный.

Ясно, что надо совершенствовать технологию извлечения золота из руды, а поэтому необходимо дальнейшее изучение в сульфидных рудах собственных минеральных выделений золота современными локальными и высокочувствительными методами.

#### **УСТАНОВКА «CARLA» ДЛЯ ОБРАБОТКИ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ, МИНЕРАЛОГО–ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБ ПО ЗОЛОТУ**

*Перегудов В.В.<sup>1</sup>, Воробьев А.Е.<sup>3</sup>, Шаутинов М.Р.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>ТОО «КРИЦ – НТК», г. Степногорск, РК

<sup>2</sup>КазНТУ им. К.И. Сатпаева, г. Алматы, РК

<sup>3</sup>РУДН, г. Москва, РФ

Разработан и создан действующий опытный образец универсальной лабораторной установки «Carla» по обработке геологических, минералого – технологических и технологических проб на золото. Вес проб с одноразовой загрузкой минимальный – 250 г, максимальный – 1000 кг. Материал проб – любого физического состояния, от крепких кристаллических пород до глинистых образований. Установка выполнена в модульном исполнении.

В состав оборудования включены: - для пробоподготовки – щековая дробление, жерновая мельница и мельница самоизмельчения, скруббер – бутара с миксером, лопастной дезинтегратор, гидроциклон работающий в замкнутом цикле «сам на себя»; для гравитационного обогащения – вибровинтовой сепаратор, центробежные гидроконцентраторы, виброцентробежные чашевые аппараты, ультразвуковые аэрогидродешламаторы. 80% оборудования казахстанского содержания.

В зависимости от веса исходных проб, физико – механического состояния материала проб и наличия воды в лаборатории обогащения (привозная или магистральная) разработаны три модели установки: Little Carla (0,25 – 40 кг), Middle Carla (40 – 100 кг) и Big Carla (100 – 1000 кг).

Значительным преимуществом перед другими обогатительными установками

является возможность улавливать не только тонкое свободное самородное золото (больше 10 мкм), но и сопутствующую минерализацию (платину, касситерит, шеллит, вольфрамит, алмазы, редкоземельные минералы).

Использование каскада аппаратов с различными типами чаши, специально разработанной геометрией рифлей, позволяет извлекать свободное самородное золото любой формы, размера и удельного веса.

Установка Carla может применяться на всех стадиях геологоразведочных работ при обработке проб, что повышает достоверность опробования и ускоряет получение результатов по золоту. Особенно эффективна обработка проб при поисковых гигантских месторождениях бедных и убогих руд, содержащих разномасштабное самородное золото и требующих дополнительной пробоподготовки перед проведением аналитических исследований.

#### **Литература**

Хабиров В.В., Забельский В.К., Воробьев А.Е. Прогрессивные технологии добычи и переработки золотосодержащего сырья / Под ред. акад. Н.П. Лаверова. – М.: Недра, 1994. – 272 с.

Бубнов В.К., Капканщиков А.М., Хадонов З.М., Воробьев А.Е., Поляцкий И.В., Руденко Н.К., Чекушина Т.В. Актуальные вопросы добычи цветных, редких и благородных металлов. – Акмола (Казахстан): Жана-Арка, 1995. – 602 с.

Аникин А.В., Воробьев А.Е. Горно-технологический аудит золотодобывающей компании ЗАО «Васильевский рудник». М., Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС». 2013. 317 с.

Воробьев А.Е., Гладуш А.Д., Аникин А.В., Чекушина Т.В. Методология и практика горно-технического аудита золотодобывающих рудников. М., РУДН. 2014. 212 с.

### **КОМПЛЕКСНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ДОБЫЧИ ЗОЛОТА ИЗ РУД МЕСТОРОЖДЕНИЯ ТАРДАН**

*Заболоцкий А.И.<sup>1</sup>, Байкалов С.И.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>ООО УК АРИЭНТ

<sup>2</sup>ООО Тардан Голд

*ООО «Ауриант Майнинг» единственная на современном этапе компания, занимающаяся добычей рудного золота на территории Республики Тыва.* Лицензионная площадь находится в центральной части Республики Тыва, в 78 км от столицы - г. Кызыла, из которых 18 км представлено грунтовой, а остальные 60 км – асфальтированной дорогами. Ближайшая железнодорожная станция – г. Минусинск, имеющий связь с г. Кызылом по асфальтированной дороге (415 км).

Месторождение расположено на правом берегу р. Бай-Сют (притока Малого Енисея) в низкогорной расчлененной местности с абсолютными отметками водоразделов 1433 м, днищ долин - 800 м.

Климат резко континентальный. Растительность – таежная, с преобладанием смешанных лесов. Средняя залесенность площади около 80%.

К руднику Тардан, эксплуатирующему месторождение, подведена ЛЭП ограниченной мощности.

Месторождение Тардан открыто после многолетних исследований района геологами Тувинской ГРЭ в 1964 году. В семидесятые–восемидесятые годы 20-го века на месторождении проводились поисково-оценочные работы и предварительная разведка. Предварительная разведка месторождения закончилась в 1969 году, а поисковые работы на его глубоких горизонтах и флангах в 1979 г.

***Золотоносные руды месторождения по генезису относятся к весьма редкому, уникальному для РФ, скарновому типу.*** Рудные тела представляют собой линейно вытянутые полосы гидротермально переработанных сульфидизированных скарнов на контакте карбонатных пород и сгруппированных в линейные зоны малых интрузий габбро-диоритов и диоритов. Протяженность рудных тел от 20 м до 150 м, мощность от 1 м до 12,8 м с очень сложной внутренней морфологией.

По вещественному составу золоторудная минерализация относится к двум разновидностям: золото-сульфидной и золото-сульфидной с магнетитом. Количество магнетита меняется от первых процентов до 15-40% в золото-сульфидных рудах и более 40% - в золото-сульфидных с магнетитом. Общее количество сульфидов (халькопирит, пирит, сфалерит, блеклые руды) достигает 5-6 %. В пределах глубины разведки (100 м) руды окислены. Глубина залегания первичных руд не установлена.

В 2004 году на месторождении были продолжены геологоразведочные работы. В 2008 году на государственный учет поставлены запасы месторождения Тардан в объеме 8454 кг золота с содержанием 4,29г/т, а в 2014 году – запасы месторождения Барсучий в объеме 2904 кг с содержанием 5,62 г/т.

Обработка месторождения началась в 2004 году. Богатые руды перерабатывались на опытно-промышленной ЗИФ по гравитационной схеме. Гравитационному обогащению подлежит только немагнитная составляющая руды, отделяемая от руды после первой стадии измельчения. Из немагнитной фракции золото извлекается на концентраторах Кнелсона по 2-х стадийной схеме. Концентрат доводится на гравитационном столе с получением «золотой головки». Фабрика имеет производительность 100 тыс. т руды в год. Извлечение золота из руды в среднем составляет не более 50%. Основная причина низкого извлечения – наличие магнетита в рудах. Всего на ЗИФ добыто около 1т Au.

Для переработки бедных руд в 2012 году построена установка кучного выщелачивания производительностью 500 тыс. т руды в год. Руда дробится до класса - 10, – 5мм в зависимости от предварительно оцененной степени вскрытости золота, агломерируется и укладывается на гидронепроницаемое основание. Выщелачивание ведется круглогодично цианистыми растворами с концентрацией цианида 0,5-0,7 г/л. Продолжительность цикла выщелачивания - 4,5-6 месяцев. Степень извлечения золота из руды – 67%.

Особенностью технологии, применяемой на месторождении Тардан, является подшихтовка хвостов гравитационного обогащения к бедной руде, предназначенной для кучного выщелачивания. Хвосты гравитационного обогащения крупностью минус 1мм, лишенные золота гравитационной крупности, цианируются с извлечением золота не менее 85%. На предприятии освоены технологии шихтовки рудного материала, его агломерации и выщелачивания с достижением более высокого извлечения золота. Из руд, прошедших обогащение на ЗИФ и выщелачивание в виде хвостов на КВ ивлекается в итоге 90-92% золота. В совокупности из всего рудного потока с учетом разного содержания в рудах ЗИФ и КВ удастся получить извлечение не менее 75%.

Небольшие запасы месторождения не позволяют экономически эффективную фабрику для гидрометаллургического извлечения золота в агитационных процессах. Комбинированная технология, включающая гравитационное обогащение богатых руд с последующим цианированием хвостов гравитации в шихте с бедными рудами на установке кучного выщелачивания, позволяет добиться более высокой степени извлечения золота и существенно повысить экономическую эффективность проекта.

***Такая технология, по всей видимости, не имеет аналогов в отечественной практике и может быть рекомендована для отработки мелких месторождений, в рудах которых содержится в определенной доле гравитационно извлекаемое золото.***

## О ВЛИЯНИИ АСИММЕТРИИ МИНЕРАЛООБРАЗУЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ГАБИТУС МЕТАКРИСТАЛЛОВ ПИРИТА НА МЕСТОРОЖДЕНИИ ТАЛДЫБУЛАК ЛЕВОБЕРЕЖНЫЙ (КЫРГЫЗСТАН)

*Чарский В.П., Апышев Т.*

Институт геологии НАН КР, г. Бишкек

Интересно отметить, что симметрия кристаллических индивидуумов, разработанных большим количеством гениальных ученых, казалось бы, исчерпало себя в приложении к минералогической кристаллографии. Но по мере более углубленного изучения этой проблемы мы вновь и вновь убеждаемся о нераскрытых еще возможностях симметрии минералов, о единстве охвата их формы, структуры, распределения и генезиса.

Рассмотрим формы многогранников пентагондодекаэдра и икосаэдра, так как эти формы имеют весьма специфичный характер в зависимости от того, рассматриваются ли они применительно к минеральному или “живому” миру.

Известно, что платоновские тела, что пентагон-додекаэдр и икосаэдр отличаются от минералогических пентагондодекаэдра и икосаэдра (у минеральных пентагондодекаэдра одно ребро на грани больше остальных и др.). Минеральные кристаллы в виде правильных икосаэдров и пентагондодекаэдров не встречаются в природе, за исключением двойниковых микроскопических докристаллических агрегатов – первой ступени перехода из парообразного состояния к кристаллическому. Икосаэдр находится в таком же отношении к додекаэдру, в каком октаэдр находится к кубу (первый многогранник в каждой паре можно построить, соединив отрезками прямых центры граней второго многогранника), поэтому построение правильного икосаэдра является логическим следствием существования додекаэдра.

Комбинация пентагондодекаэдра с октаэдром дает нам форму похожую на правильный икосаэдр (двадцатигранник) с равновесными гранями. Но геометрически правильный икосаэдр не может появиться в виде минеральной кристаллографической формы, так как параметры его иррациональны. Правильные икосаэдр и пентагондодекаэдр (платоновские тела) - это удел “живой” и “полуживой” природы - всевозможных вирусов и др..

Кристаллы пирита пентагондодекаэдрической и икосаэдрического габитуса обладают некоторой кристаллографической особенностью. Так Шафрановский И.И. отмечает, что угол между двумя соседними гранями идеального додекаэдра равен  $117^{\circ}$ , а угол между аналогичными гранями самого обычного для пирита пентагондодекаэдра равен  $127^{\circ}$ . Но на пиритовых кристаллах встречается и другой, более редкий, пентагондодекаэдр с соответственным углом  $119^{\circ}$ .

Следует отметить, что экспериментальных целевых работ по выращиванию и исследованию пиритов пентагон-додекаэдрического и икосаэдрического габитусов не проводилось, поэтому их генезис так и оставался малоизученным. Единственно, так это надо отметить экспериментальную работу В.Л. Таусона (1989 г.) по выращиванию кристаллов пирита. В.Л. Таусон в своей работе писал (1989 г.), что при  $500-550^{\circ}\text{C}$  отмечается появление граней  $\{210\}$ , однако детально их не изучал.

Надо иметь в виду, то, что пентагондодекаэдр имеет низшею симметрию, чем кристаллы куба или октаэдра, хотя относятся к одной и той же сингонии.

Форма метакристаллов минерала определяется термодинамической равновесностью с минералообразующей средой (породой и др.). Это и определяет их морфологическую эволюцию в пространстве рудных залежей.

На месторождении Талдыбулак (Кыргызстан) были найдены двуглавые кристаллы пирита, с гранями (210) и (100) габитуса. Грани обращенные в сторону пелитизированных нодулей доломита имеют грани (210), а грани обращенные к

аргиллизиту имеют плохо развитые грани (100).

Соответственно, такие двуглавые кристаллы пирита формируются в асимметричной минералообразующей среде. Специфика их минералообразования заключается в том, что с одной стороны они (грани пирита (210) и (100) на одном и том же кристалле) образуются на контакте с пелитообразной массой доломита, где пиритообразующие растворы имели явно выраженный характер ПАВ (поверхностно-активных веществ), по отношению к нодулю доломита. С другой стороны, грани кристаллов пирита, обращенные в сторону вмещающей породы – ярозитового метасоматита, имеют плохо выраженные грани (100), сформированные за счет пиритообразующих растворов, которые по отношению к вмещающей породе – ярозитовому метасоматиту, выступали в качестве ПИАВ (поверхностно-инактивного вещества).

Надо отметить, что на границе двух разных минералов (пород), могут возникать не только двуглавые метакристаллы пирита, состоящие из граней (210) и (100). На месторождении Талдыбулак Левобережный также были найдены метакристаллы пирита, у которых на одной из граней пирита кубического габитуса встречались идеальные четырехгранные пирамидки (грани октаэдра).

Таким образом, асимметричность минералообразующей среды способствует появлению двуглавых метакристаллов пирита. Поровые растворы, проникая по микротрещинам среди разных контактирующих минералов (пород) по-разному ими адсорбируются. Каждая часть пирита, контактирующая с разными минералами, стремится прийти с ними в термодинамическое равновесие, что собственно и обуславливает появление разных граней на одном и том же кристалле пирита (появление двухголовых кристаллов пирита).

## ФАЗОВЫЙ АНАЛИЗ ЗОЛОТА

*Перегудов В.В.<sup>1</sup>, Шаутинов М.Р.<sup>2</sup>, Чекушина Т.В.<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>ТОО «КРИЦ – НТК», г. Степногорск, РК

<sup>2</sup>КазНТУ им. К.И. Сатпаева, г. Алматы, РК

<sup>3</sup>ИПКОН РАН, г. Москва, РФ

Традиционный фазовый анализ предусматривает последовательное извлечение золота из измельченных руд амальгамацией, цианированием остатка соляно – кислой обработки и выщелачиванием царской водкой (Зеленов, 1989). Он не пригоден для золотосодержащих песков, в первую очередь из-за невозможности отобрать представительную навеску 800-1000 г для проведения анализа, а также отсутствия в песках сульфидной составляющей, столь характерной для коренных руд, для которых он и был разработан.

Мы применили разработанный нами упрощенный вариант фазового анализа, включающий комбинацию процессов извлечения золота гравитацией и цианированием из хвостов гравитации, что позволило рассчитать баланс золота и разделить его на три группы: гравитационное, гидрометаллургическое и технологически упорное.

Фазовый состав золота в песках определялся на крупнообъемных пробах (весом 100 и более килограмм) при различных исходных содержаниях золота. В качестве примера, приводятся золотосодержащие пески одного из месторождений Восточного Казахстана, по которым были получены следующие данные:

1. Гравитационно – извлекаемое золото	31,0%	65,5%	
76,0%			
(центробежные аппараты)			
2. Гидрометаллургически – извлекаемое	25%	12,5%	9,0%

золото (цианид натрия, бутылочная агитация)			
3. Технологически упорное золото, неизвлекаемое гравитацией и гидрометаллургией (100% от минус 2+0 мм или 21% от минус 0,044+0 мм)	44,0%	22,0%	
4. Исходное содержание золота в песках	1,0 г/м <sup>3</sup>	2,0 г/м <sup>3</sup>	3,0 г/м <sup>3</sup>

(\* - пески после измельчения в шаровой мельнице)

Таблица 1. Рассчитанные технологические параметры по выпуску гравиконоцентрата с содержанием золота 40 г/т.

Исходное содержание золота в песках, г/т	Выход концентрата, %	Извлечение золота в концентрат, %
1,0	0,8	33,0
2,0	3,3	70,0
4,62	9,0	80,0

В результате удалось установить, что для данного типа золотосодержащих песков неизвлекаемая технологически упорная часть золота не зависит от исходного содержания золота в песках, о чем свидетельствуют близкие значения содержания золота в текущих хвостах и хвостах обогащения песков после измельчения в шаровой мельнице, соответственно 0,44 и 0,45 г/м<sup>3</sup>. Гидрометаллургически извлекаемое золото хвостов также находится в узком интервале содержаний 0,16-0,25 г/м<sup>3</sup>, благодаря этому появилась возможность рассчитать технологические параметры обогащения с заданным качеством товарного продукта, в частности гравиконоцентрата с содержанием золота 40 г/т (таблица 1).

Предлагаемая методика фазового анализа золота в песках применима для кор выветривания, техногенных образований. Как заметил Василий Иванович Зеленов, «необходимо только в каждом конкретном случае подходить к методике фазового анализа творчески».

#### Литература

- Зеленов В.И. Методика исследования золото и серебросодержащих руд. М., «Недра», 1989. 302 с.
- Воробьев А.Е. Круглый стол по проблемам разведки, добычи и переработки золотосодержащих руд России // Горный журнал №11, 1995. – С. 69.
- Забельский В.К., Воробьев А.Е. Проектирование предприятий для разработки золоторудных месторождений геотехнологическими методами // Горный журнал №1-2, 1996. – С. 114-119.
- Воробьев А.Е., Чекушина Т.В. Конверсия золотодобывающей отрасли на геотехнологические методы выщелачивания // Горный информационно-аналитический бюллетень №6, 1998. – М: МГТУ. – С. 33-37.
- Воробьев А.Е., Янкевский А.В., Казакова Е.В. Перспективы комплексного использования золотосодержащего минерального сырья // Горный информационно-аналитический бюллетень, №10, 2003. – С. 228-230.
- Воробьев А.Е., Аникин А.В., Чекушина Т.В. Совершенствование организационных мероприятий по обогащению и переработке золотосодержащих руд // Горный Вестник Узбекистана N 4 (51). 2012. С. 54-58.

## ЭВОЛЮЦИЯ МОРФОЛОГИИ КРИСТАЛЛОВ ПИРИТА В РУДНЫХ ЗАЛЕЖАХ НА МЕСТОРОЖДЕНИИ ТАЛДЫБУЛАК ЛЕВОБЕРЕЖНЫЙ

*Чирский В.П.*

Институт Геологии Национальная Академия Наук КР, г. Бишкек

Ранее имело место представление о том, что зная пространственную кристалломорфологическую зональность пирита в рудной залежи можно оценить ее эрозионный уровень. Но на месторождении Талдыбулак Левобережный (Кыргызстан) ни эмпирический эволюционно морфологический ряд пирита, предложенный Евзиковой Н.З. (рис. 1), Дженчураевой (рис. 2), ни нами построенный термодинамический эволюционно-морфологический ряд пирита (рис. 3), и др., в этом плане оказались не состоятельными.

Отсутствие четкой кристалломорфологической зональности пирита в рудных залежах на месторождении Талдыбулак Левобережный, заключается в том, что при совмещении пространственных и временных эволюционных морфологических рядов пирита, происходит изменение, (искажение) кристалломорфологической зональности в рудных залежах тем больше, чем более продолжителен период формирования месторождения.

В 1983 этой области было сделано открытие группой ученых – Григорьевым Д.П., Евзиковой Н.З., Зидаровым В., Костовым И., Кузнецовым С.К., Малеевым М., Минеевым Д.А., Поповым В.А., Чесноковым Б.В., Шафрановским И.И., Юшкиным Н.П. - *"Закономерность пространственно-временного изменения морфологии минеральных видов в процессах природного кристаллообразования"*.

Что конкретного имелось в виду под этим открытием? Это то, что если мы будем рассматривать эволюцию морфологии кристаллов пирита (или другого минерала) в рудных залежах по вертикали или по латерали, то форма кристаллов пирита (исходя из эволюционного морфологического ряда пирита Н.З. Евзиковой [1984]), будет изменяться в следующей последовательности (см. рис. 1).

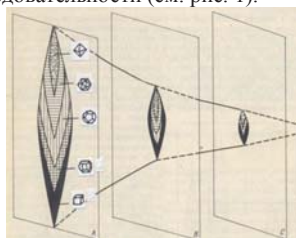


Рис 1. Схема кристалломорфологической зональности по вертикали в рудной жиле (по Н.З. Евзиковой) А, В, С –последовательные разрезы в направлении выклинивания жилы по простиранию.

На месторождении Талдыбулак Левобережный различными исследователями были построены разные модели кристалломорфологической зональности пирита в рудных залежах, которые отличались друг от друга.

Габитусы кристаллов разных минералов, кристаллизующихся одновременно или почти одновременно, находятся в соответствии друг с другом. Т.е., контактирующие их грани находятся в термодинамическом равновесии. Собственно это и определяет морфологию метакристаллов пирита в рудных залежах.

Эволюция минеральных ассоциаций в метасоматической колонне приводит к эволюции морфологии пиритов в пространстве и во времени (см. рис. 4).





## ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ УТИЛИЗАЦИИ ПИРИТНЫХ ОГАРКОВ

*Зубков А.А.<sup>1</sup>, Шуленина З.М.<sup>1</sup>, Воробьев А.Е.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>ООО ИК «ЛЕО-Инвест», г. Москва, Россия

<sup>2</sup>РУДН, г. Москва, Россия

По литературным данным к настоящему времени только в России накоплено более 250 млн. т пиритных огарков, с ежегодным образованием около 5 млн. т., которые являются ценным источником получения цветных, благородных и черных металлов и одновременно мощным источником загрязнения окружающей среды.

Целью настоящих исследований являлось изучение технологических свойств пиритных огарков, разработка технологического режима с выдачей рекомендации их переработки по безотходной технологии.

Исследования велись на материале – пиритных огарках, содержание основных металлов в которых приведен в табл. 1.

Таблица 1

Содержание	Состав пиритных огарков					
	Компоненты					
	Аu, г/т	Ag, г/т	Cu, %	Zn, %	Pb, %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , %
	1,3	9,21	0,5	0,05	0,04	78,4

Исследования проводились по направлениям:

- прямому выщелачиванию (автоклавное и чановое);
- высокотемпературной хлоридовозгонке.

Полученные хлориды разделяются на кислые газы и хлориды металлов с последовательным их выделением в товарный продукт.

Задачи лабораторных исследований включали:

- определение степени выщелачивания в раствор ценных компонентов (медь, свинец, цинк и благородные металлы) при атмосферном и избыточном (автоклавное выщелачивание) давлениях с использованием гипохлорита натрия, соляной кислоты перекиси водорода в переменных условиях (продолжительность, температура, концентрации реагентов);

- определение возможности получения железного концентрата из кека;
- составление принципиальной схемы переработки пиритных огарков,

Изучалась возможность переработки пиритных огарков с целью их комплексного использования по технологии не нарушающей экологическое состояние окружающей среды.

Проведены исследования по автоклавному и чановому выщелачиванию цветных и благородных металлов, а также по хлоридовозгонке при использовании твердых хлороносителей. Технично-экономическими расчетами определено преимущество последней технологии перед остальными, принципиальная схема которой приведена на рис. Определены условия высокотемпературной хлоридной возгонки: - расход смеси NaOCl + NaCl - 60 кг/т (при соотношении равном 1:1); - температура обжига – 1150 °С, предложена технология переработки огарков (см. рис.).

При этих условиях получены высокие технологические показатели, а именно, извлечение составило, %: золота 98,4; серебра 99,0; меди 90,7; свинца 98,6; цинка 88,3; железа 95,0.

Полученный железосодержащий продукт (окиси железа - 82,2 %), практически не содержит благородные, цветные металлы, фосфора и мышьяка, и соответствует требованиям доменного производства по содержанию вредных примесей. После предварительной агломерации может быть использован для доменной плавки.

Ориентировочные экономические расчеты приведены в табл.2.

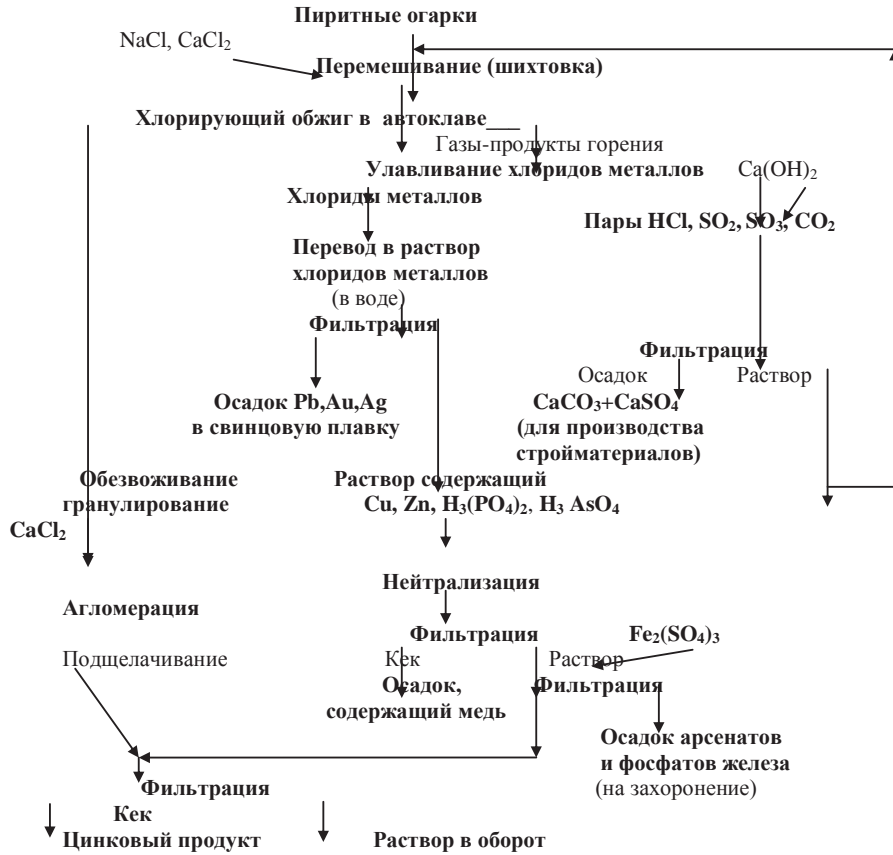


Рис. Принципиальная технологическая схема переработки пиритных огарков

Таблица 2

Стоимость годовой продукции при переработке пиритных огарков хлоридовозгонкой (в ценах 2015 г.) (при производительности предприятия 250 000 т в год)

Продукция	Количество, т	Стоимость 1т, тыс. долл.	Общая стоимость, тыс. долл. США
Золото	0,32	38 000	12 160
Серебро	2, 3	550	1 265
Медь	1134,0	6,2	7 030
Цинк	88,3	2,0	176,0
Свинец	98,6	1,8	178,0
Железосодержащий концентрат	225 200	0, 2	45 000
Железосодержащий пигмент	65	0,8	52,0

Сроки проектирования, строительства и пуско-наладочные работы составят около 2-х лет. Предварительными расчетами определено, что на окупаемость средств на создание такой установки потребуется менее 1,5 года после начала ее работы.

## INDICATING THE OPTIMUM PH RANGE OF CHALCOCITE FLOTATION FOR MAXIMUM EFFICIENCY OF ITS CONCENTRATION

*Mohammad Reza Tohidifar*

Department of mining, Faculty of Engineering, University of Zanjan, Zanjan, Iran  
E-mail address: tohidifar@znu.ac.ir

### Abstract

In the current research, the effect of pH of the floatation cell through concentration of the chalcocite ( $\text{Cu}_2\text{S}$ ) ore was investigated. For this purpose, floatation process of the chalcocite ore was performed at various pH ranges at a constant flow rate of air equal to  $25 \text{ cm}^3/\text{min}$ ; along with adding the potassium ethyl xanthate and pine oil as the collector and foaming agent respectively. The diagram of floatation efficiency (calculated on the basis of spectrophotometric determinations of copper) as a function of pH was then drawn. It was found that two pH ranges were appeared in the mentioned graph corresponding to maximum efficiency. Results clearly reveal that maximum floatation efficiency was obtained as values of 4.5 and 10.5 where they are just in acidic and alkaline conditions. In addition, a critical pH value was detected for chalcocite material which in the higher ranges of this pH; stopping in the floatation progress trend was occurred. Meantime, this critical pH for chalcocite ore was indicated as about 13.8. It seems that critical pH phenomenon can be attributed to existence of  $\text{H}^+$  or  $\text{OH}^-$  ions in a way that these ions can solve the formed hydrophobic layer around of chalcocite particles (due to collector) at the critical pH value and as a result the particles with hydrophilic character merge in to water along with reduction in floatation rate consequently.

**Keywords:** Chalcocite, Floatation, Efficiency, Concentration, Collector

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ ЗЛОТОСОДЕРЖАЩИХ СМЕШАННЫХ РУД НА КОНЦЕНТРАТОРЕ «KNELSON» И ПЕРЕРАБОТКИ ХВОСТОВ ГРАВИТАЦИИ

*Эрназаров Т., Шарипов Х.Т., Намазбаев Ш.Н., Эгамкулов Б.А.*

Современная практика доводки концентратов на концентрационных столах или в других гравитационных аппаратах трудоемка, сопряжена с высоким риском по сохранности золота, а также крайне низкие показатели извлечения. Переход от неэффективных многостадийных гравитационных систем переработки концентратов был крайне медленным. Эти системы, как правило, осложнены операциями грохочения, второй стадией концентрации хвостов, концентрационных столов и магнитной сепарацией для достижения высоких показателей извлечения. Каждая стадия доводки концентрата также увеличивает потенциальные потери золота (например, попавшего в магнитную фракцию). Целью настоящей работы является исследование оптимальных параметров получения гравитационного концентрата из смешанных золотосодержащих руд. С этой целью был проведен анализ химического состава отобранной пробы руды. Был произведен анализ существующих способов гравитации и переработки хвостов гравитации.

Для получения высоких результатов извлечения металла из хвостов гравитации нами предлагается альтернативный универсальный экологический чистый способ

переработки хвостов гравитации золотосодержащих руд с помощью фтористого аммония.

Согласно нами разработанной технологии хвосты гравитации были переработаны с фтористым аммонием с целью удаления оксида кремния от основы. Преимуществом использования фторида аммония в качестве обескремнивающего реагента является возможность его регенерации. Растворимость гексафторосиликата аммония достигает 370 г/л при 70 °С. Возможность регенерация фторида аммония позволяет организовать непрерывный цикл обескремнивания и вывода кварцевой составляющей хвостов в виде мелкодисперсного оксида кремния сорта «белая сажа». После фильтрационного отделения оксида кремния остается раствор фторида аммония, который после упарки поступает на обескремниваемые партии хвостов.

Опыты проводились на базе института O'zGEORANGMETLITI г Алмалык на центробежном концентрате «KNELSON» марки КС – МДЗ

В результате лабораторных испытаний разработаны оптимальные условия работы на центробежном концентрате и получен концентрат массой 600 г., выход концентрата составил 12 % результаты анализов указаны в табл

Таблица

Результаты анализов концентрата и хвостов гравитации, полученного из смешанных золотосодержащих руд на центробежном концентрате «KNELSON» марки КС – МДЗ

Продукты	Выход, %.	Содержание, г/г		Извлечение	
		Ац, у.е.	Аг, у.е.	Ау, у.е.	Аг, у.е.
Гравиоконцентрат	12	184	35,31	70	37,5
Хвосты гравитации	88	1,09	7,064	30	62,5
Исходная руда	100,0	3,2	11,3	100,0	100,0

Полученный концентрат состоит преимущественно из свободных зерен пирита и халькопирита размером от 0,001 до 0,15 мм.

В концентрате также отмечены свободные зерна нерудных минералов (преимущественно силикатов) размером 0,03-0,09 мм, галенита, сфалерита, халькозина, борнита, молибденита, блеклых руд размером 0,01-0,05 мм, золота самородного, теллуридов серебра и золота 0,005-0,03 мм.

Редко встречаются сростки различных сульфидов с нерудными минералами и друг с другом, а также сростки халькопирита и пирита с марказитом, благородных металлов и их теллуридов с халькопиритом, пиритом и др.

Хвосты концентрата «KNELSON» состоят, в основном, из зерен нерудных минералов различной крупности (0,0002-0,5 мм). Из рудных минералов преобладают мартит, гетит, гидрогетит с подчиненным количеством пирита и резко подчиненным - халькопирита, сфалерита и др. сульфидов.

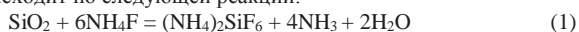
Мартит и гидроокислы железа присутствуют как в сростках, так и в свободных зернах. Преобладающий размер 0,01-0,1 мм.

Пирит в основном представлен свободными зернами размером 0,01-0,07 мм (до 0,2 мм) в поперечнике.

Халькопирит преобладает в сростках, главным образом, с нерудными минералами, редко с пиритом или мартитом.

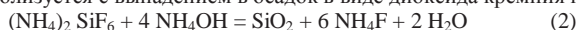
Золото зафиксировано в виде выделения в кварце размером 0,01-0,07 мм, серебро - в виде свободного зерна самородного металла размером 0,01-0,03 мм.

Нами предлагается технология переработки золотосодержащих хвостов с применением галогеноаммонийной (NH<sub>4</sub>F) технологии обескремнивания кеков, которая происходит по следующей реакции:



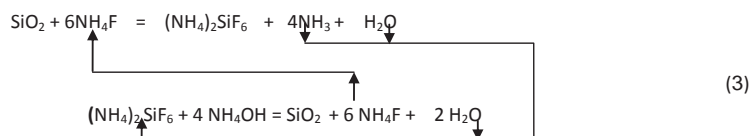
Гексафторосиликат аммония, полученная по реакции (1) обладает очень удобными, с точки зрения технологии, физико-химическими свойствами. При нормальных условиях это твердое вещество, а при температуре выше 320°C оно сублимирует и переходит в газовую фазу /2/.

Преимуществом использования фторида аммония в качестве обескремнивающего реагента является возможность его регенерации. Растворимость гексафторосиликата аммония достигает 370 г/л при 70°C. При взаимодействии с аммиаком он гидролизуется с выпадением в осадок в виде диоксида кремния по реакции:



Возможность регенерации фторида аммония позволяет организовать непрерывный цикл обескремнивания и вывода кварцевой составляющей хвостов в виде мелкодисперсного оксида кремния сорта «белая сажа».

После фильтрационного отделения оксида кремния остается раствор фторида аммония, который после упарки поступает на обескремнивание новой партии хвостов. В общем виде цикл фтороаммонийного обескремнивания можно изобразить следующей схемой:



Количество фторида аммония подбирается по стехиометрии так, чтобы его хватило только на разложение оксида кремния. Кинетические исследования показали, что оксид кремния наиболее быстро реагирует с фторидом аммония. Таким образом, фторид аммония весь расходуется на оксид кремния, не успевая прореагировать с остальными оксидами. По окончании реакции оксид кремния замещается гексафторосиликатом аммония, который удаляется из смеси при температуре выше 320 °С, происходит обескремнивание руды /2/. Поскольку оксид кремния в хвостовых отходах составляет от 45 до 80 %, после удаления его общая масса хвостов уменьшается от 2 до 4 раз, соответственно концентрация ценных компонентов, находящихся в хвостах, повышается от 2 до 4 раз. Дальнейшая комплексная переработка хвостов как пиро, так и гидрометаллургическими методами не представляет трудностей.

### ГРАВИТАЦИОННОЕ ОБОГАЩЕНИЕ ПРОДУКТОВ БИОЛОГИЧЕСКОГО ОКИСЛЕНИЯ СУЛЬФИДОВ ФЛОТОКОНЦЕНТРАТА (ВЮХ) НА СУЗДАЛЬСКОЙ ФАБРИКЕ

*Перегудов В.В.<sup>1</sup>, Шаушенов М.Р.<sup>2</sup>, Чекушина Т.В.<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>ТОО «КРИЦ – НТК», г. Степногорск, РК

<sup>2</sup>КазНТУ им. К.И. Сатпаева, г. Алматы, РК

<sup>3</sup>ИПКОН РАН, г. Москва, РФ

Суздальская фабрика – это единственная в Казахстане, работающая с использованием технологии биологического окисления сульфидов флотоконцентрата для вскрытия золота перед последующей гидрометаллургической переработкой.

Было проведено гравитационное обогащение на центробежном аппарате материала постели вторичного реактора S- 3 (остановлен на ремонт) и пульпы из перелива первичного реактора Р -1. Отбор проб и выбор места опробования осуществлялся технологом фабрики Миньковым Б.Я., совместно с которым

выполнялись все последующие исследования и обсуждения результатов.

Постель вторичного реактора S - 3 представлена зернистым материалом, относительно тонким (50% класса - 75 мкм ), состоящим из новообразованного гипса, кварца, кальцита, обломков углеродистого материала, арсенопирита (в рубашке темно-серого минерала, самородного мышьяка?), самородной серы, самородного золота. Материал хорошо окатан. В таблице 1 приведены результаты гранулометрического анализа исходного материала постели для обогащения с распределением золота по классам крупности и гранулометрический состав полученного гравиконоцентрата. Результаты гравитационного обогащения приведены в таблице 2.

Таблица 1. Гранулометрический состав и распределение золота в материале постели и продукте гравитационного обогащения постели вторичного реактора S-3.

Наименование продуктов	Класс крупности, мкм	Выход		Содержание золота г/т	Распределение золота %
		гр	%		
Исходный материал постели ВЮХ реактора S-3	+212	61,9	8,56	7,0	1,46
	+150	85,65	11,84	26,5	7,632
	+75	213,5	29,53	31,8	22,77
	+38	142,05	19,65	32,8	15,62
	-38	220,0	30,42	71,2	52,53
	Исходная проба	723	100	41,23	100
Грав/концентрат Центробежного аппарата	+212	386,75	49,94	54,4	5,99
	+150	121,3	15,66	127,9	4,42
	+75	135,65	17,51	495,7	19,15
	+38	88,35	11,41	1646,1	41,42
	-38	42,45	5,48	2399,4	29,02
	Исходная проба	774,5	100	453,12	100

Таблица 2. Суздальская фабрика. Результаты гравитационного обогащения на центробежном аппарате пробы постели вторичного реактора S-3

Наименование продуктов	Выход		Содержание золота, гр/г	Извлечение золота, %
		%		
Концентрат	3,2	3,88	1243,0	75,44
Хвосты	79,3	96,12	16,33*(8,33)	24,56
Питание	82,5	100	.63,93	100

16-33\*-расчетные данные, (8,33) - по данным пробирного анализа

Достигнуты хорошие технологические показатели (выход концентрата – 3,88%; содержание золота – 1243,0 г/т; извлечение золота – 75,44%), свидетельствующие о эффективной работе центробежного аппарата и, конечно же, эффективности технологии биологического окисления для вскрытия сульфидов.

Свободное самородное золото в гравиконоцентрате представлено двумя типами- с чистой поверхностью без видимых следов наклепа мельницы/как правило пластинчатое и очень тонкое (20- 45 мкм) и с красноватым оттенком со следами деформации мельничного помола, уплощенное, но массивное Кроме того, наблюдаются частично вскрытые, изометричной формы включения золота в черной углеродистой, хорошо окатанной породе Из сульфидных минералов встречен в темно-серой «рубашке» только арсенопирит. Ни одного зерна пирита не было обнаружено. Гранулометрический диапазон золота в основном укладывается в интервал 10-20 мкм - 75 мкм с преобладанием зерен размером меньше 38 мкм.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют:

- Об эффективной работе центробежного аппарата на материале со свободным самородным золотом (извлечение более 70 %) и возможности его использования для обогащения продуктов биологического окисления.

- Причина недоизвлечения самородного золота в гравикоцентрат, по крайней мере, на уровне недостающих (теоретически) 20%, обусловлена нахождением его в «черном» арсенопирите. Это хорошо наблюдается после кислотного (HNO<sub>3</sub>) разложения арсенопирита. Золотины представлены амебообразными ветвистыми формами. Такой арсенопирит плохо улавливается гравитационными способами обогащения

- Интерес может представлять обнаруженной новообразованный гипс- как шламообразующий минерал и индикатор химических параметров биоокисления.

Для сравнительного анализа морфологии и особенностей свободного самородного золота, было проведено гравитационное обогащение материала первичного реактора Р-1. Проба отобрана из самой верхней части реактора из слива на вторичные реакторы. Материал представляет собой пульпу 24% твердого, удельным весом- 1,209 г/см<sup>3</sup>. Объем пробы 40 литров. По данным Минькова Б.Я., крупность твердого составляет 60% кл-38 мкм. Результаты гравитационного обогащения приведены в таблице 3. Показатели извлечения в сравнении с реактором S-3 низкие.

Таблица 3. Суздальская фабрика. Результаты гравитационного обогащения материала первичного реактора Р-1.

Наименование продуктов	Выход		Содержание золота, гр/т	Извлечение золота, гр/т
	гр	%		
Концентрат	1,2	10,34	128,2	25,87
Хвосты	10,4	89,66	42,7	74,13
Питание	11,6	100	51,25	100

Полученный гравитационный концентрат серый, зернистый продукт. В его составе пирита не обнаружено. Серый цвет обусловлен углеродистыми обломками и «черным» арсенопиритом (покрыт сажистым черным налетом).

Свободное самородное золото от крупного до мелкого-пылевидного. Зерна пластинчатой, комковидной, зазубренной формы со следами механического воздействия (наклепы) и без них.

Невысокое извлечение золота в концентрат вызвано нахождением его в тонкодисперсной форме и других нерудных минералах. Поскольку встречаются отдельные крупные золотины (+75 мкм), можно предположить его нахождение в постели. При остановке реактора необходимо обращать внимание на находящийся на днище реактора материал, даже маломощный слой постели может содержать большое количество свободного самородного золота.

Для сравнения эффективности биологического вскрытия золота из сульфидов ниже приводятся данные обогащения на центробежном аппарате поступающей со слива гидроциклона исходной руды на флотацию (таблицы 4,5).

Таблица 4. Суздальская фабрика. Исходная руда поступающая на флотацию.

Гранулометрический состав и распределение золота по классам крупности.

Класс крупности, мкм	Выход		Содержание Au, г/т	Распределение Au, г/т
	гр	%		
+212	73,25	6,07	11,7	3,48
-212+150	146,20	12,12	12,4	7,35
-150+106	102,65	8,52	14,00	5,84
-106+75	202,5	16,79	17,6	14,46
-75+53	106,35	8,82	19,7	8,54
-53+45	27,55	2,28	9,7	10,83
-45+38	10,65	0,88	19,2	8,28
-38+0	536,85	44,52	18,9	41,22
Исходная проба	1206	100,00	20,4	100,00

Распределение золота до класса крупности +38мкм примерно одинаково, что указывает на тонковкрапленный тип его нахождения. В классе мельче 38 мкм сосредоточена большая его часть - 44,22%, что резко ограничивает возможности использования гравитации. Выполненное гравитационное тестирование материала слова гидроциклона подтверждает ранее сделанный вывод о неэффективности использования гравитации на сливе гидроциклона (Таблица 5).

Таблица 5. Суздальская фабрика. Исходная руда поступающая на флотацию. Результаты гравитационного обогащения слива гидроциклона на центробежном аппарате.

(P=0,3 атм, t=7мин38сек)

Наименование продуктов	Номера проб	Выход		Содержание золота, г/т	Извлечение золота, %
			%		
Концентрат	СУЗ-42	0,69	1,62	53,4	7,33
Хвосты	СУЗ-43/44	42,01	98,32	11,2	92,67
Питание	СУ 3-40/41	42,70	100	11,8	100

Таким образом, выполненные исследования показывают возможности использования центробежной гравитации для контроля процесса биологического окисления (на крупнообъемных пробах) и применения центробежной гравитации как самостоятельного процесса обогащения для вывода крупного (+75 мкм) золота из последующего процесса цианирования.

#### Литература

Воробьев А.Е., Аникин А.В., Чекушина Т.В. Практические основы организации повышения эффективности переработки золотосодержащей руды на ЗИФ ЗАО «Васильевский рудник» // Вестник РУДН. Серия Инженерные исследования. – М.: Изд-во РУДН, № 2. 2013. – С. 74-81.

Воробьев А.Е., Аникин А.В. Совершенствование организации подземной разработки золоторудного Васильевского месторождения // Маркшейдерия и недропользование - N 1. 2013. С. 30-33.

Воробьев А.Е., Маслова М.С. 3D-моделирование рудных тел золоторудного месторождения // Горный Вестник Узбекистана N 1 (52). 2013. С. 45-46.

Воробьев А.Е., Аникин А.В. Российская золотодобывающая отрасль: проблемы и перспективы развития // Известия ВУЗов. Северо-Кавказский регион. Технические науки. N 4. 2013. С. 94-96.

### EFFECT OF CONDITIONING TIME ON THE FLOTATION EFFICIENCY OF CHALCOHITE IN THE PRESENCE OF SODIUM SILICATE AS AN ACTIVATOR AGENT

*Mohammad Reza Tohidifar*

Department of mining, Faculty of Engineering, University of Zanjan, Zanjan, Iran  
E-mail address: tohidifar@znu.ac.ir

#### Abstract

The current research investigates the stirring and mixing time effect on flotation efficiency of the chalcocite ore along with potassium ethyl xanthate and sodium silicate additives as collector and activator respectively. Basically, providing the sufficient time for properly mixing of collector and the other additives along with the ore particles is necessary after the adding additives to the flotation cell. This time is well known to “conditioning time”. In other words, in order to formation hydrophobic film resulted from collector effect on to the ore particles, time of the stirring and mixing should be specific. It is found that the



conditioning time depends on to the collector and type of the ore. Results clearly reveal that graph of flotation efficiency as a function of conditioning time has a maximum region for each ore in which the time of 7 and 9 min was obtained for chalcocite flotation in the absence and also presence of the activator agent (sodium silicate) respectively. It seems that increasing conditioning time up to the optimum level leads to covering of the more particles by the collector and consequently the floated particles will be increased. On the other hand, the excess increase of the time resulted in disappearing and dissolving the formed hydrophobic film due to their strong collision hence; the flotation efficiency will dramatically reduce.

**Keywords:** Activator, Flotation, Efficiency, Conditioning time, Collector

## ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПОЛИМЕРОВ С СУЛЬФИДАМИ

*Мишарева М.Е.*

Ташкентский государственный технический университет МВССО

Изучение процессов взаимодействия полимеров с минералами усложняется полидисперсностью полимеров, наличием в каждой из молекул значительного числа функциональных групп, влиянием многих факторов на форму находящихся в растворе молекул полимера и т.д. Поэтому выполненные исследования являются лишь одной из попыток изучения указанного вопроса. Все полимеры обладают растворимостью в воде, что обусловлено наличием в их молекулах большого количества способных к гидратации полярных групп. Характер действия полимеров в значительной степени определяется свойствами их полярных групп.

Изучаемый нами реагент СД-1 относится к амфотерным полимерам и содержит как катионные полярные группы –  $\text{NH}_2$ , так и анионные –  $\text{COONa}$ . Можно ожидать, что закрепление СД-1 на минералах будет обуславливаться в основном водородной связью и дисперсионным взаимодействием.

На примере карбоксиметилцеллюлозы установлено, что величина сорбции полимера в нейтральной и слабощелочной области рН (до 10) на пирротине и халькопирите уменьшается. Это объясняется возрастанием степени диссоциации карбоксильных групп, увеличением заряда молекул и ассоциатов молекул и соответствующим увеличением сил электростатического отталкивания, ограничивающих величину сорбции реагента.

Закрепление на поверхности минералов катионной группы полимера –  $\text{NH}_2$  может быть обусловлено электростатическими силами, водородной связью.

Полимеры, закрепившиеся на поверхности минералов, практически не снижают сорбцию ксантогената. Как анионные, так и катионные полимеры не вытесняют сорбированные ранее на поверхности минералов низкомолекулярные анионные собиратели. Водорастворимые полимеры могут образовывать прочные соединения с некоторыми ионами, находящимися как в жидкой фазе пульпы, так и на поверхности минералов. При этом наблюдается не депрессирующее, а активирующее действие полимеров.

Полимеры могут связывать катионы в объеме раствора и таким образом снижать непроизводительный расход ксантогената. При этом повышается извлечение сульфидов в концентрат, как это наблюдается в случае применения СД-1 при флотации.

На поверхности сульфидов могут закрепляться не только молекулы, но и в значительной степени ассоциаты молекул высокомолекулярного реагента. С ростом концентрации гидроксильных ионов сорбция полимера увеличивается и достигает максимума в области рН=8-10, снижается при рН>11. Эффективность действия полимера определяется рядом параметров, которые связаны с двумя основными факторами: природой активных групп полимеров и степенью их ионизации.

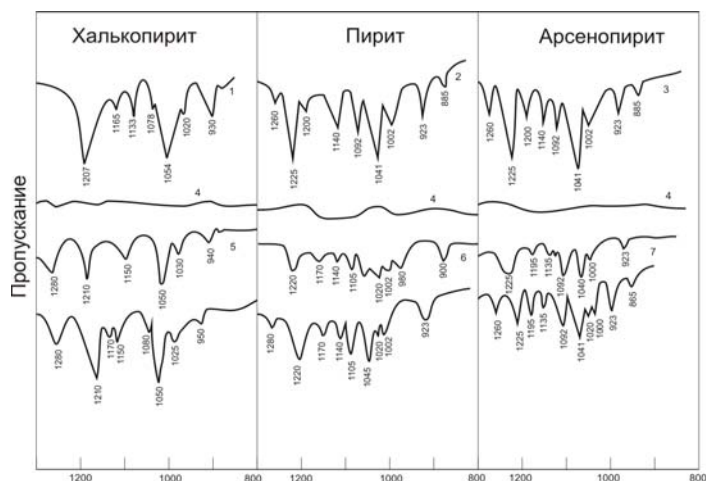


Рис. 1. Участки ИК - спектров бутилового ксантогената меди (1), железа (2,3); реагента, сорбированного из раствора бутилового ксантогената калия на халькопирите (5), пирите (6) и арсенопирите (7), а также из раствора бутилового ксантогената калия в смеси с раствором СД-1, взятых в соотношении 10:1, на халькопирите (8), пирите (9) и арсенопирите (10); реагента, сорбированного из раствора СД-1 (4).

Наличие в составе СД-1 значительного количества функциональных групп, нитевидное строение частиц, значительный заряд и хорошая растворимость в воде дают основание предположить, что СД-1 будет способствовать флокуляции сульфидов при флотации. Обработка минералов ксантогенатом совместно с СД-1 последний не препятствует закреплению на сульфидах ксантогената. Как показали ИК-спектры рис. 1, даже возможно увеличение сорбции собирателя. Поэтому наблюдается улучшение флотуемости халькопирита, пирита и арсенопирита.

Естественно, что при флотации аэрофлокул требуется меньше собирателя, чем при флотации отдельных зерен. Образующиеся ассоциаты типа «собиратель – молекулы воды – полимер» являются носителями значительного количества ионов гетерополярного поверхностноактивного вещества. Вероятно, в момент адсорбции ассоциат частично разрушается, так как энергия взаимодействия молекул собирателя с катионами минеральной поверхности больше энергии водородной связи их в ассоциате. Не исключена возможность, что СД-1 удерживается на поверхности минералов не только за счет взаимодействия с поверхностью (водородная связь функциональных групп), но и за счет сил ван-дер-ваальсового взаимодействия между аполярными концами частиц собирателя.

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ПРОБ РУДЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЧИНАРСАЙ

*Умарова И.К., Маманазаров Ж.Н.*

Ташкентский государственный технический университет МВССО РУз

Значительный рост производства металлов, комплексное использование сырья, вовлечение в процесс промышленного производства новых типов руд, снижение себестоимости переработки, повышение извлечение металлов из руд являются

важнейшими и актуальными задачами в развитии эффективности и освоения минерально-сырьевых богатств недр Узбекистана.

Целью данной работы является изучение вещественного состава проб руды и разработка эффективной технологии обогащения проб руды месторождения Чинарсай

Вещественный состав пробы руды изучен спектральным, химическим, рациональным, минералогическим и гранулометрическим методами анализов. На основании изучения вещественного состава установлено, что руду пробы следует отнести к типу вкрапленной полиметаллической руды. В пробе содержание меди 0,6%; свинца -2,54%; цинка-5,12% и серебра 40г/т. Размеры вкрапленности полезных минералов от эмульсионной до нескольких мм, прорастание их чрезвычайно тонкое и тесное, особенно тесным взаимопрорастанием характеризуются галенит и сфалерит, сфалерит и халькопирит, галенит и халькопирит. Пирит несколько обособлен.

Руда трудно измельчается, а для раскрытия сростков требуется тонкий помол, это вносит определенные трудности в подготовке материала перед обогащением.

Исследования велись по 2 направлениям: коллективная флотация всех рудных минералов с дальнейшей селекцией коллективного концентрата на свинцовый, цинковый, медный и пиритный концентраты и прямая коллективно-селективная флотация с получением последовательно свинцово-медного, цинкового и пиритного концентратов.

Первый путь предопределен тем, что раскрытие зерен нерудных минералов происходит раньше.

Продукты обогащения анализировались на содержание свинца, меди, на содержание серы сульфидной. В отдельных опытах определялись сера пиритная.

На основании проведенных опытов в качестве оптимального выбраны режимы, приведенные в табл.1.

Таблица 1

Измельчение, мин	Крупность % кл.-0,074	Расход реагентов, г/т					
		Сода	Na <sub>2</sub> S	Жидкое стекло	Медный купорос	Бутил.ксант.	Вспениватель Т-92
90	89	750	190	200	240	125	60

При выбранном режиме наблюдаются сравнительно высокое извлечение всех компонентов в коллективный концентрат свинца, цинка и мед: 88,6; 96,0 и 79,6% соответственно и довольно низкий по содержанию в хвостах.

В условиях оптимального режима был поставлен опыт с перечистками концентрата с целью повышения качества продукта. Результаты опыта приведены в табл.2.

Таблица 2

Результаты опыта флотации с двумя перечистками концентрата в оптимальном режиме

Продукты	Выход, %	Содержание, %			Извлечение, %		
		Pb	Zn	Cu	Pb	Zn	Cu
Коллект. к-т	15,5	18,15	30,12	2,85	85,9	91,2	74,6
Промпродукт 1	6,8	0,69	1,14	0,29	1,4	1,5	3,3
Промпродукт 2	2,7	3,52	5,98	0,38	2,9	3,2	1,7
Хвосты	75,0	0,44	0,28	0,16	10,1	4,1	20,4
Руда	100,0	3,28	5,1	0,59	100	100	100

Как видно из табл.2, в результате двух перечисток повышается содержание всех компонентов в концентрате.

Дальнейшие исследования велись в направлении селекции коллективного концентрата. При этом вначале выделялся свинцово-медный концентрат, затем цинковый концентрат.

В качестве депрессоров цинковых минералов использовались комплексы: цианистый натрий, сернистокислый натрий и цинковый купорос, гидросульфит натрия и цинковый купорос. Наилучшая депрессия цинковых минералов достигнуто с помощью цианистого натрия и цинкового купороса.

Для десорбции собирателя были использованы сернистый натрий, активированный уголь, сульфоуголь.

Схема селективной флотации включала в себя предварительное измельчение руды и коллективную флотацию в оптимальном режиме, две перемешки с последующим сгущением. Сгущенный продукт подвергался доизмельчению и десорбции. Десорбция осуществлялась путем перемешивания коллективного концентрата с сернистым натрием последующей отмывкой. В табл.9 приведены результаты опыта разделения коллективного концентрата и реагентный режим селекции. Цинковый продукт (хвосты 2) в опыте не перечищался. Результаты опыта селекции коллективного концентрата приведены в табл .3

Таблица 3

Результаты опыта селекции коллективного концентрата

Наименование продуктов	Выход, %	Содержание, %			Извлечение, %		
		Pb	Zn	Cu	Pb	Zn	Cu
Концентрат Pb- Cu	10,2	20,73	20,7	4,2	64,5	42,0	77,4
Промпродукт 1	9,2	0,8	1,62	0,09	2,2	3,0	1,4
Промпродукт 2	4,5	1,2	1,74	0,2	1,6	1,6	1,6
Хвосты 1 (колл.)	69,0	0,16	0,21	0,04	3,3	2,9	5,1
Хвосты 2	7,1	13,2	36,1	1,12	28,4	50,5	14,5
Руда	100,0	3,3	5,03	0,58	100,0	100,0	100,0

Примечание: Условия опыта селекции - Сернистый натрий – 6кг/т;% твердого–50; Число отмывок–2; сода–1000г/т; Na<sub>2</sub>S–200,0г/т; ZnSO<sub>4</sub>–480,0г/т; БКК–50г/т; доизмельчение – 60мин; время флотации – 10мин; вспениватель – 40 г/т.

Из табл.3 следует, что селекция коллективного концентрата протекает неэффективно. Часть цинка переходит в свинцово-медный концентрат, что объясняется тесным взаимным проращением сфалерита с галенитом и халькопиритом и активацией сфалерита ионами меди.

Известно, что загрузке в пульпу избыточного количества сернистого натрия и последующего его окисления флотиремость сульфидных минералов в пульпе восстанавливается с различной скоростью. Остаточная концентрация сульфид – ионов, при которой происходит флотация различных минералов, неодинакова. При отмывке минералов, обработанных сернистым натрием, различными количествами воды наибольшая адсорбция ксантогената наблюдается на поверхности галенита. Различное поведение минералов при флотации в присутствии сернистого натрия обусловлено также его активирующим воздействием на флотацию галенита и пирита, различием в количестве адсорбирующегося сульфид – иона на поверхности различных сульфидов и т.д.

Депрессия сульфидов так же, как и активация, связана с адсорбцией гидросульфитных ионов на их поверхности. В качестве реагента – регулятора для разделения свинцово – медных и цинковых минералов использовали сернистый натрий.

## МОЛИБДЕНСОДЕРЖАЩЕЕ ТЕХНОГЕННОЕ СЫРЬЕ И ПУТИ ЕГО ПЕРЕРАБОТКИ

*Аллаберганов Р.Д.<sup>1</sup>, Шарипов Х.Т.<sup>2</sup>, Ахмедов Р.К.<sup>1</sup>, Негматов С.С.<sup>2</sup>, Бозоров А.Н.<sup>2</sup>*  
ГП «Центральная лаборатория» Госкомгеологии РУз, ГУП «Фан ва тараккиёт»ТГТУ

Основным сырьем в производстве молибдена являются сульфидные концентраты и промпродукты, запасы которых в мире заметно истощаются. В связи с этим, представляет интерес рассмотреть возможности современных технологических подходов в деле утилизации некоторых видов техногенных отходов: шламов молибденового производства и отработанных в нефтехимии молибденосодержащих катализаторов с целью, прежде всего, расширения сырьевой базы этого, весьма востребованного мировой промышленностью, металла. Технологические схемы переработки указанного сырья могут включать обжиг, азотную кислоту или кислород в автоклаве. На большинстве предприятий пока применяют обжиг с последующей переработкой огарка выщелачиванием растворами аммиака, соды или щелочи, или возгоняют из него триоксид молибдена, который улавливают в пылеуловителях, или огарок направляют на выплавку ферромolibдена

Эффективность разложения сырья, особенно упорного для переработки, содержащего в основном сульфиды молибдена, прямо зависит от окислительно-восстановительного потенциала выбранного окислителя. Применение, например, озона при переработке молибденового сульфидного концентрата в щелочной среде (при содовом выщелачивании) позволяет практически полностью извлекать молибден в раствор в одну стадию (по сравнению с общепринятым схемой: обжиг + растворение в щелочах):



Одним из путей оптимизации металлургии цветных, редких и благородных металлов является развитие нового направления физической химии и химической технологии – плазмохимии /1,2/, где осуществление химических реакций происходит в среде плазмы. Типичный плазмохимический процесс реализуется по схеме: измельченное сырьё подается в плазменную струю, нагревается до высоких температур (до 50000 К) и разлагается; продукт разложения падает вниз, где охлаждается с очень высокой скоростью и направляется на дальнейшее разделение. Плазмохимия позволяет: значительно повышать скорости химических реакций за счет высоких температур; инициировать образование новых соединений, которые не образуются в обычном (низкотемпературном) состоянии, за счет физико-химических взаимодействий высокорезакционных частиц и излучения, возникающих в плазме; получать химические продукты со свойствами, отличающимися от тех же продуктов, но полученных при обычных температурах.

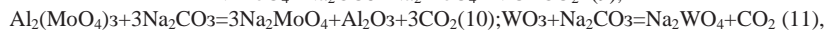
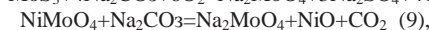
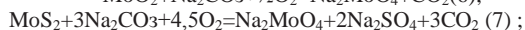
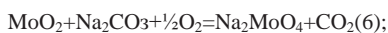
Конкурентоспособен метод переработки молибденосодержащего сырья путем его выщелачивания в смеси аммиачной воды и пероксида водорода с переводом в раствор молибдена. Отработанный катализатор обрабатывают каустической содой NaOH /4/ с получением в растворе молибдата натрия и геля Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> с последующим подкислением раствора азотной кислотой при температуре меньше 80 °С с целью полного растворения геля алюминия и дальнейшим нагреванием раствора выше 80 °С с целью осаждения молибдена. Известен способ /5/ обжига молибденосодержащего сырья (в том числе шламов) при температуре 500 и выше °С с последующей обработкой огарка раствором аммиачной воды в смеси с сульфатом или карбонатом аммония в автоклавных условиях.

Перспективным зарекомендовал себя метод спекания молибденосодержащего сульфидного минерального, а также оксидного техногенного сырья с кальцинированной содой путем смешения сырья с безводным порошком карбоната

натрия, добавления воды, гомогенизации шихты и её прокаливания при 600-800<sup>o</sup>C для превращения молибдена в молибдат натрия с последующим водным выщелачиванием и подкислением раствора с получением молибденовой кислоты /6,7/.

Основными компонентами, присутствующими в отработанных катализаторах являются : NiMoO<sub>4</sub> и Al<sub>2</sub>(MoO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>, как исходные фазы; NiO, как промежуточное соединение; MoO<sub>2</sub>, MoO<sub>3</sub>, Ni ( или Co) и Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> как фазы, образующиеся в результате разрушения активных соединений исходного катализатора под воздействием окислительно-восстановительных процессов в жестких технологических условиях промышленной эксплуатации катализатора и периодической регенерации его, по реакциям: NiMoO<sub>4</sub> = MoO<sub>3</sub> + Ni + ½O<sub>2</sub> (2); NiMoO<sub>4</sub> = MoO<sub>2</sub> + Ni + O<sub>2</sub> (3); Al<sub>2</sub>(MoO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> = 3MoO<sub>2</sub> + Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + 1,5O<sub>2</sub> (4); Al<sub>2</sub>(MoO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> = 3MoO<sub>3</sub> + Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (5).

Присутствие сульфидных фаз молибдена – MoS<sub>2</sub>, MoS<sub>3</sub> – основных минералов сульфидного промпродукта или продуктов процесса обессеривания в условиях эксплуатации катализатора являются упорными для металлургической переработки формами, затрудняющими эффективное выделение молибдена. Пиро-гидрометаллургическая технология переработки реализуется путем смешивания отработанного катализатора с содой и спекания полученной шихты в присутствии кислорода воздуха. Химизм протекающих при этом процессов представляется следующим образом:



Полнота прохождения указанных реакций в практических условиях в значительной степени зависит от обеспечения максимального контакта всех компонентов этих реакций и температурного режима. Как видно из уравнений основных реакций (6-8), обязательным условием реализации процесса спекания является присутствие кислорода, а продуктами процесса являются огарок, содержащий в основном молибдат натрия, и углекислый газ. Из вышеуказанных уравнений очевидно, что огарок также содержит примеси оксидов алюминия, кремния, кроме которых, как показывает практика переработки катализаторов, возможно присутствие вольфрама и фосфора. Эти примеси считаются вредными, поскольку строго регламентируются в молибденовой продукции.

Из способов переработки шламов молибденового производства, а также утилизации отработанных молибденосодержащих катализаторов наиболее эффективным является комбинированная пиро-гидрометаллургическая технология. Операция прокалки, реализованная в оптимальном режиме, обеспечивает при последующем выщелачивании спека максимальное извлечение молибдена в раствор. Водно-содовое выщелачивание спека позволяет получать чистые по железу и цветным металлам (меди, никелю, кобальту и др.) растворы. Осаждение молибдена из раствора, очищенного от примесей кремния, алюминия, вольфрама и др. и содержащего в основном молибдаты аммония и натрия, рекомендуется известными промышленными способами, например, методом термогидролиза.

#### Литература

1. Бородин В.И. Низкотемпературная плазма в процессах получения металлов. – Тр. Петрозаводского Гос. Универ-та, 2005 г.
2. Цветков Ю. Термическая плазма в нанотехнологиях. – <http://www.denzadnem.ru/page/ php? article =208>.
3. Патент США № 4657745, 1987. Способ извлечения металлов из катализато-ра на носителе Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. - РЖ Металлургия, Том 1077, №2, с. 123 .
4. Заявка № 50-25918 (Япония, 1975). Сумитомо К.К. Способ выделения Мо из

отработанных катализаторов.

5. Заявка № 58-14367 ( Япония,, 1983). Дова Когё К.К. Способ селективного выделения Мо из отработанного катализатора процесса очистки от серы .

6. Ежков А.Б., Воробьева Н.Н., Шарипов Х.Т. Способ переработки катализатора, содержащего молибден и висмут в окисленной форме. – ИН DP 9700209.1 (UZ,1997).

7. Патент США № 4075278,1978. Способ переработки отработанного катализатора - РЖ Metallургия, Том 967, № 3. 103 , с.

8. Воробьев А.Е., Чекушина Т.В., Воробьев С.Е. и др. Способ селективного внутриотвального обогащения вольфрам– и молибденосодержащих некондиционных руд: Патент 2062878 РФ, МПК<sup>6</sup> E 21 C 41/26, БИ №18, 1996.

### ПРИМЕНЕНИЕ НОВЫХ ФЛОТОРЕАГЕНТОВ ПРИ ОБОГАЩЕНИИ МЕДНО – МОЛИБДЕНОВЫХ РУД

*Солижанова Г.К.*

Ташкентский государственный технический университет МВССО РУз

В условиях независимости перед горно металлургической отрасли Республики встал целый комплекс сложных проблем . Это прежде всего повышение требований к охране окружающей среды, рост потребности в цветных и благородных металлах, в том числе на золота , серебра, меди, свинца и т. д, дефицит флотационных реагентов, требования к чистоте получаемого продукта и др. Реализация программы локализации производства на местным сырье и задачи поисков источников импортируемых их видов продукции являются актуальными для действующих горнодобывающих предприятий.

В настоящее время на Алмалыкском горно металлургическом комбинате для переработки медно – молибденовых руд в больших количествах используется дорогостоящие флотационные реагенты, ввозимые из зарубежа. Замена их на продукты местного производства позволит сократить валютные затраты на импорт и рационально использовать отходы местно производства. В этой связи изучения возможности использования местных импортзамещающих реагентов при флотации медно – молибденовых руд вместо традиционных и разработке эффективной экономически выгодной технологии является актуальной.

В качестве реагентов – собирателя испытывались реагенты, синтезированные на кафедре «Общая химия » ТашГУ , из отходов нерохимических производств и условно обозначенных КМ-1 и КМ – 2 . Реагенты испытывались на пробе медно – молибденовых руды месторождения Кальмакира. Вещественный состав проб руд изучали химическим, спектральным, фазовым, минералогическими анализами. Результаты химического анализа, выполненного в химической лаборатории ИМР а, приведены в табл

Результаты химического анализа средней пробы руды.

Таблица 1.

Компоненты, элементы	Содержание, %	Компоненты, элементы	Содержание, %
Кремнезем	58,62	Сера сульфидная	2,72
Железа общее	9,5	Сера сульфатная	0,92
Оксид титана	0,45	Оксид углерода (+4)	2,05
Оксид марганца	0,14	Оксид фосфора (+5)	0,35
Глинозем	12,68	Свинец	0,05
Оксид кальция	2,62	Медь	0,38
Оксид магния	3,2	Цинк	0,006
Оксид калия	4,54	Мишьяк	0,003
Оксид натрия	4,64	Золото, г/т	0,19
Сера общее	3,2	Серебро, г/т	2,4

Как видно, из приведенных данных в табл.1 основным ценным компонентом проб руды является медь, содержание которой в руде составляет 0,38 , золота 0,19 г/т, серебра 2,4г/т.

Исследуемая технологическая пробы характеризует первичную сульфидную медно – молибденовую руду. Результаты минералогического анализа показывают , что главными рудными минералами являются халькопирит , молибденит, пирит, магнетит, гематит. В небольших количествах встречаются пирротин, борнит, халькозин, сфалерит, галенит. Нерудных минералов в основной своей массе представлены плазмаглазом, калевым, полевым шпатом , серицитом, хлоритом, роговой обманкой, кварцем, карбонатом.

Медь основной промышленно – ценный компонент изучаемых руд, более чем 90% представлен сульфидом меди и железа – халькопиритом. Молибден, второй промышленно – ценный элемент в рудах, представлен сульфидом молибдена–молибденитом. Они характеризуются малыми размерами зерен а также тесным и тонким срастанием с сопутствующими минералами, что также передопределяет трудности в получении качественных концентратов . На основании изучения вещественного состава руды , характера вкрапленности слагающих их минералов, а также опыта ранее проведенных исследований руд, аналогичных по вещественному составу изучаемым, в качестве основного метода принят флотационный. Применяемых при флотации флотационные реагенты покупаются за рубежом (Россия, Китай и т.д.) за валюту. Флотационные опыты проводились на флотационных машинах емкостью 3 л. А пересчетные операции во флотомашинках емкостью 1л. И 0,5 при Т:Ж = 1 : 3 и 1 : 4

Результаты опытов флотации руды месторождения Кальмакир приведены в табл.2

Продукты	Содержание, %		Извлечение, %		Расходы: г/т
	г/т	%	г/т	%	
	Меди	Серы	Меди	Серы	
Концентрат	20,25	35,25	88,2	18,8	Расход реагентов БКК-22,5
Хвосты	0,043	2,85	11,8	81,2	
Руда	0,40	3,15	100	100	

Как видно из табл.2 при флотации руды месторождения Кальмакир с традиционными реагентами выделен медный концентрат, содержащий 20,25% меди и 35,25% серы при извлечении 88,2% и 18,8 % соответственно. Для сравнения действия двух различных собирателей БКК и КМ проводились опыты в оптимальных условиях, разработанных для каждого собирателя отдельно.

Результаты опытов флотации руды с новыми реагентами приведены в табл.3

Таблица 3

Продукты	Выход, %	Содержание, %		Извлечение, %		Расходы: г/т
		г/т	%	г/т	%	
		Меди	Серы	Меди	Серы	
Концентрат	1,35	26,7	42,35	83,5	16,8	КМ-150
Хвосты	98,65	98,65	2,94	16,5	93,2	
Руда	100	0,40	3,15	100	100	

Новый реагент – собиратель КМ позволяя получить концентраты более высокого качества с меньшим выходом. Схему флотации была включена операция II контрольной флотации и в первую пересчетку предусмотрена загрузка КМ. Благодаря этим дополнением к схеме удалось снизить потери меди до минимума.

В результате проведенных исследований разработана рекомендуемая схема флотации медно–молибденовых руд с новыми реагентами и выделен флотоконцентрат с выходом 1,55 % , содержащий 26,7% меди и 42,35% серы при извлечении меди 83,5% и серы 16,8%.



## ИЗВЛЕЧЕНИЕ МЕТАЛЛОВ ИЗ ВОЛЬФРАМСОДЕРЖАЩИХ ПОРОД И ХВОСТОВ ОБОГАЩЕНИЯ РУД

*Сартбаев М.К., Жалгасулы Н.*

Институт горного дела им. Д.А. Кунаева, г. Алматы

Разработаны способы переработки вскрышных вольфрамсодержащих пород и хвостов обогащения полиметаллических и редкометалльных руд в производстве пористых заполнителей аглопорита при добавлении в шихту хлористых солей можно переводить в газовую фразу и извлечь до 63,3 % вольфрама, до 83,4 % висмута, а введение до 30 % соды  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  в шихту позволяет переводить в газовую фразу только 32% вольфрама. В результате обработки раствором соляной кислоты (концентрация 40 г/л) хвосты обогащения полиметаллической руды Текелийского месторождения (соотношение Т:Ж=4:1) свинец отгоняется на 95 %, цинк на 71 % и медь на 25 %. Как показали исследования хлоридовозгонки цветных и редких металлов, оптимальными режимами обжига шихты, содержащих 90% вскрышной вольфрамсодержащей породы, хвостов обогащения полиметаллических и редкометалльных руд и 10 % угля при влажности 21-23 %, являются следующие:  $t_1$  в слое -940-1320<sup>0</sup>С ;  $t_2$  отходящих газов -460-840<sup>0</sup>С;  $\Delta P$  разрежения 300-320 мм вод. ст.

Аглопоритовый щебень, полученный из вскрышной вольфрамсодержащей породы и хвостов обогащения полиметаллических и редкометалльных руд 5 месторождений и 6 составов шихт по величине насыпной плотности удовлетворяет маркам «500», «600», «700», «800» для фракций соответственно 40-20; 20-10; 10-5 мм, обладает низким водопоглощением (11,4 -15) % и пористостью (16,5-22) %, и выдерживая более 15 циклов попеременного замораживания и оттаивания. Объемная масса составляет 1300-1460 кг/м<sup>3</sup> потери в массе при испытаниях на силикатный распад составляет 1,0-4,65 %. Прочность аглопоритового щебня трех фракций, полученных из шихт с использованием хвостов обогащения полиметаллических и редкометалльных руд месторождений Верхняя Кайракты и Джезаказган, входит в нормативные пределы для щебня высшей категории качества и представляет практический интерес для предприятий стройиндустрии.

## РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИЙ И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ОБОГАЩЕНИЯ ТИТАНОСОДЕРЖАЩИХ РУД

*Ляшенко В.И.<sup>1</sup>, Чекушина Т.В.<sup>2</sup>, Олейник М.О.<sup>3</sup>, Бондуривская О.И.<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Государственное предприятие «Украинский научно-исследовательский и проектно-исследовательский институт промышленной технологии», г. Желтые Воды, Украина

<sup>2</sup>ИПКОН РАН, г. Москва, Российская Федерация

<sup>3</sup>ГВУЗ «Криворожский национальный университет», г. Кривой Рог, Украина

Введение предварительного сухого обогащения руды позволяет выделить пустую породу в кусковом виде, благодаря чему можно расширить сырьевую базу любого месторождения путем вовлечения в переработку некондиционного сырья [1,2]. Поэтому развитие технологий и технических средств обогащения титаносодержащих руд на основе обоснования сухой магнитной сепарации коренных титаносодержащих руд, с максимальным выделением пустой породы и минимальными потерями как железа, так и ильменита в хвостах,- важная научно –техническая и практическая задача, требующая оперативного решения.

Оценка результатов опытов осуществлялась по определению содержания  $\text{TiO}_2$  рентгеноспектральным анализом и изучением минерального состава исходных проб и

продуктов их переработки оптическим методом. Согласно, результатам изучения вещественного состава руды, установлено, что рудные минералы представлены в основном, титаномагнетитом и ильменитом. Основными породообразующими минералами являются кварц, плагиоклаз и пироксены. Рудные минералы в общей массе руды составляют 46,9 %. По магнитным свойствам все рудные минералы имеют существенные различия по сравнению с вмещающими породами. Так удельная магнитная восприимчивость кварца составляет от 1 до  $10 \times 10^{-8} \text{ м}^3/\text{кг}$ , а ильменита – от 16 до  $960 \times 10^{-6} \text{ м}^3/\text{кг}$ . Как показали исследования, руда в крупности 60-0 мм имеет достаточное количество раскрытых преимущественно нерудных и частично рудных минералов. Пробы в крупности 60-0 мм рассевались на классы +10 и -10 мм.

Авторами разработан новый аппарат для увеличения эффективности извлечения полезного продукта за счет обеспечения синхронного движения рабочего барабана сепаратора и магнитной системы в его рабочей зоне и повышение надежности регенерации поверхности рабочего барабана за счет эксцентриситета между его осью вращения и осью вращения магнитной системы. Это достигается тем, что магнитный сепаратор для разделения сыпучего материала, содержащий барабан с рабочей поверхностью из немагнитного материала, внутри которого размещена магнитная система, питатель и приемники продуктов разделения, дополнительно снабжен ферромагнитным цилиндром. Этот цилиндр закреплен внутри барабана с эксцентриситетом по отношению к его оси и вращающимся вместе с ним. Магнитная система размещена на внешней поверхности цилиндра и выполнена в виде отдельных элементов, установленных с чередующимися полюсами по всей его поверхности и с зазором между периферийными кромками *a* или в виде сложной магнитной системы (Рис.).

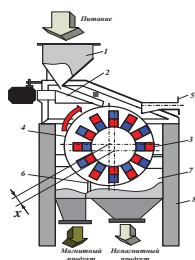


Рисунок - Барабанный магнитный сепаратор: а - общий вид: 1 - бункер; 2 - вибрационный питатель; 3 - магнитная система; 4 - барабан; 5 - патрубок для отсоса пыли; 6 - скребок; 7 - кожух с приемниками продуктов сепарации; 8 - рама

Новый магнитный сепаратор для разделения сыпучих материалов включает бункер 1 с вибрационным питателем 2, барабан 4, рабочая поверхность которого выполнена из немагнитного материала. Внутри барабана 4 имеется ферромагнитный цилиндр 3, установленный с эксцентриситетом по отношению к его оси и кинематически связанный с ним. При сепарации материалов меньше 3 мм возможно пылеобразование, поэтому для удаления пыли из аппарата предусмотрен патрубок 5, соединенный с системой пылеулавливания.

Сыпучий материал с питателя 2 поступает на барабан 4, при этом ферромагнитные примеси притягиваются к его рабочей поверхности полюсами магнитных элементов. Немагнитные частицы продолжают дальнейшее перемещение в приемник немагнитной фракции. По мере накопления ферромагнитного материала на барабане 4, в местах наибольшего градиента магнитного поля, а также под действием движущегося материала он, вместе с ферромагнитным цилиндром 3 приходит во вращение в сторону движения потока материала. При этом, имея параллельные, но смещенные оси вращения, рабочая поверхность барабана 4 и магнитные элементы магнитной системы 3

удаляются друг от друга, достигая наибольшего зазора в районе приемника магнитной фракции. В это время сила, удерживающая магнитные частицы на поверхности барабана 4, ослабевает, становится меньше их веса, и они сыпаются в приемник магнитной фракции. Постоянное вращение барабана 4. а с ним и магнитной системы 3, осуществит надежную, автоматическую регенерацию рабочей поверхности сепаратора и обеспечит непрерывность процесса разделения.

Авторами разработан и испытан для обогащения титаносодержащих руд барабанный магнитный сепаратор, отличающийся от ранее известных тем, что магнитная система и рабочий барабан вращаются синхронно и имеют смещенные оси вращения для обеспечения регенерации магнитных полюсов. Анализ результатов экспериментов показал, что при подаче на сепаратор обогащенной руды отмечается рост потерь рудных компонентов в немагнитной фракции сепараторов, что объясняется спецификой исходного питания. Исследуя продукты магнитной сепарации, было установлено, что потери ценных компонентов с отходами производства происходят в основном с вкрапленными рудами, поэтому при обогащении последних необходимо, чтобы их количество, поступающее с массивной рудой, не превышало 40%.

#### **Литература**

1. Развитие технологий добычи, обогащения и переработки титанового сырья в мире и Украине. / Т.А. Олейник, Т.П. Гурьянова, Г.А. Колобов, А.И. Гамалинский, И.А. Гамалинский, Ю.В. Поплавский, В.В. Криворучко // *Металургія. Наукові праці Запорізької державної інженерної академії.* – 2010. – Вип. 22. – С. 46–62.

2. Патент РФ № 2060829 С1<sup>6</sup> В 03 С 1/10. Магнитный сепаратор для разделения сыпучих материалов / Бызов В.Ф., Губин Г.В., Харламов В.С., Мулявко В.И. и др., Оpubл. бюл. № 15. 27.05.96.

3. Патент 91469 Україна, МПК (2006.01) В03С 7/02, 1/26. Трибоелектростатичний сепаратор / Мулявко В.І., Олійник Т.А., Мулявко Д.С., Олійник М.О. Міхно С.В. Оpubл. 10.04.2014, Бюл. № 13.

4. Гурин А.А., Мулявко В.И., Ляшенко В.И. Инновационные технологии пылеулавливания на горно-обогатительных предприятиях // *Безопасность труда в промышленности.* -2013.-№9.-С.54-59.

5. Новые технологии и технические средства для сепарации слабомангнитных руд / В.И. Мулявко, Т.А. Олейник, В.И. Ляшенко и др. // *Обогащение руд.* -2014.-№2.-С.43-49

### **НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБОГАЩЕНИЯ ЖЕЛЕЗНОЙ РУДЫ**

*Воробьев А.Е.<sup>1</sup>, Мулявко В.И.<sup>2</sup>, Ляшенко В.И.<sup>3</sup>, Чекушина Т.В.<sup>4</sup>*

<sup>1</sup>Российский университет дружбы народов, г. Москва, Российская Федерация

<sup>2</sup>ГВУЗ «Криворожский национальный университет», г. Кривой Рог, Украина

<sup>3</sup>ГП «УкрНИПИИпромтехнологии», г. Желтые Воды, Украина

<sup>4</sup>ИПКОН РАН, г. Москва

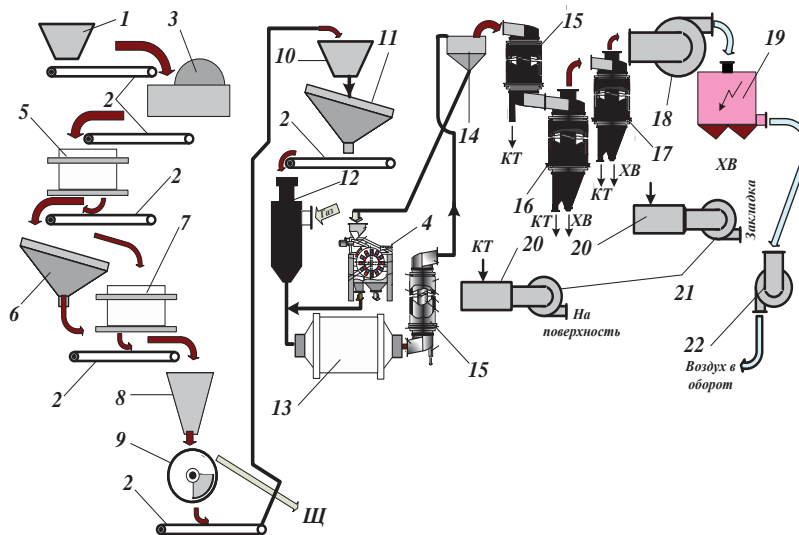
Технология обогащения железной руды сопровождается образованием значительного количества твердых, жидких и газообразных отходов. В частности, на территории Кривбасса (Украина) ежегодно образуется более 400 млн. т промышленных отходов. Из них 390 млн. т вывозится в отвалы, шламо- и хвостохранилища, где находится более 2,5 млрд. м<sup>3</sup> пород и 1 млрд. м<sup>3</sup> отходов обогащения руд, которые являются опасными для окружающей среды и нуждаются в дополнительных схемах утилизации или складирования. Поэтому разработка научно-технических основ экологических технологий обогащения железной руды, позволяющих рационально использовать добытое сырье и минимизировать количество образующихся отходов,-

вот те важные, имеющие научное, практическое и социальное значение задачи, которые требуют неотлагательного решения.

С экологической точки зрения сухая магнитная сепарация является наиболее приемлемым способом обогащения. Внедрение данного метода исключает применение химических реагентов, способных негативно влиять на окружающую среду и, как следствие, на здоровье населения. В ближайшее время магнитная сепарация останется основным методом обогащения железных руд, хотя для максимального извлечения полезных компонентов требуется все большее измельчение исходного продукта, что обуславливает некоторый рост экологического риска данной технологии из-за образования большого количества пыли, которую необходимо улавливать [1,2].

Авторами разработана новая схема цепи аппаратов (Рис. ) [3-5], согласно которой исходная руда с бункера 1 поступает в щековую дробилку 3, после которой она последовательно дробится в дробилках 5 и 7, предварительно пройдя через грохот 7. Дробленый материал на сепараторе 9 разделяется на пустую породу (щебень) и магнитную фракцию, которая поступает в бункер 10 грохота 11. Под решеточный материал грохота после сушки в сушилке 12 идет на измельчение в сухой мельнице 13. Для очистки от пыли аспирационных выбросов аппаратов 1 – 12 предлагается вертикальная пылесосительная камера, преимущества которой используются при пылеулавливании в ней.

Измельченный материал, в виде дисперсного потока, поступает в нижний патрубок сепаратора циклонного типа. В этом сепараторе магнитным полем извлекаются раскрытые рудные частицы, а остальной материал выносится воздушным потоком в инерционный классификатор 14. Из классификатора 14 крупные частицы, в основном сросстки и пустая порода, которые плохо измельчаются, самотеком поступают в барабанный сепаратор 4. В котором, с целью выделения из потока немагнитной компоненты, отличается от аналогов тем, что его магнитная система 3 вращается с рабочим барабаном 4 с некоторым эксцентриситетом.



а)

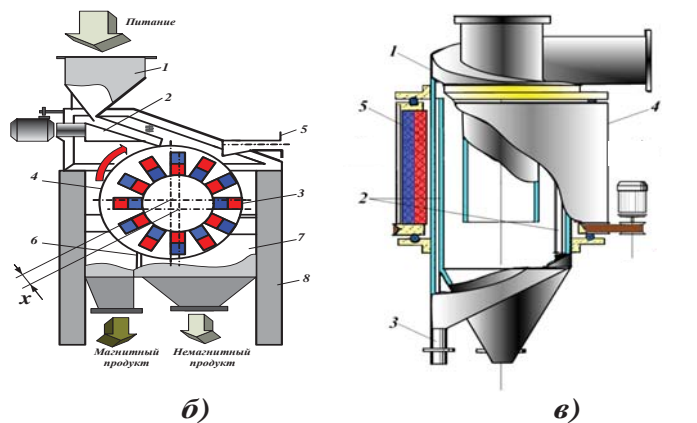


Рисунок - Схема цепи аппаратов опытно промышленной установки сухого обогащения магнетитовых кварцитов: *а*-схема: 1, 8, 10, 20 и 23 – бункера; 2 – конвейер; 3 – щековая дробилка; 4 и 9 – магнитные сепараторы; 5 и 7 – дробилки; 6 и 11 – грохота; 12 – сушилка; 13 – мельница; 14 – классификатор; 15 – сепараторы циклонного типа; 16 и 17 – магнитные циклоны; 18, 21 и 22 – вентиляторы; 19 – электрофильтр; КТ-концентрат; ХВ- хвосты; ШЦ- щебень; *б*- барабанный магнитный сепаратор: 1 - бункер; 2 - вибрационный питатель; 3 - магнитная система; 4 - барабан; 5 - патрубок для отсоса пыли; 6 - скребок; 7- кожух с приемниками продуктов сепарации; 8 - рама(другие обозначения в тексте); *в*- магнитный циклон: 1 – корпус; 2 – ловушки; 3 – патрубок; 4 – магнитная система; 5 – магниты

Извлеченный в сепараторе 4 слабомагнитный материал направляется на доизмельчения в мельницу 13, а пустая порода в хвосты, т.е. в бункер 22. Достаточно измельченный материал поступает из классификатора 14 на сепарацию сначала в сепараторе 15 (через верхний патрубок), а затем на последовательную сепарацию в циклонных сепараторах 16 и 17 различного диаметра.

Таким образом, внедрение технологии обогащения железной руды с использованием сухой магнитной сепарации на горнодобывающих предприятиях сможет обеспечить как экономический, так и экологический эффект за счет уменьшения риска накопления отходов разного типа, что, к тому же, будет способствовать снижению техногенного давления на экосистемы горнодобывающих районов.

#### Литература

1. Бызов В.Ф. Подземный комплекс по добыче и обогащению магнетитовых кварцитов / В.Ф. Бызов, Г.В. Губин, В.И. Мулякко, А.М. Задорожний, В.С. Харламов // Разработка рудных месторождений № 55. - Кривой Рог: Изд-в КТУ - 1994. - С. 122-128.
2. Мулякко В.И. Расчет параметров барабанного сепаратора с вращающейся магнитной системой / В.И. Мулякко, Т.А. Олейник, Н.В. Кушнирук // Збагачення корисних копалин. Вип. 27(68)-28(69) м. Дніпропетровськ, 2006 р.
3. Гурін А.О. Мулякко В.І., Ляшенко В.І. Нові технології та технічні засоби для пилловловлення на гірничих підприємствах // Екологія і промисловість. - 2013. - №2. - С. 50-56.
4. Гурин А.А., Мулякко В.И., Ляшенко В.И. Инновационные технологии пылеулавливания на горно-обогатительных предприятиях // Безопасность труда в промышленности. - 2013. - №9. - С.54-59.

5. Новые технологии и технические средства для сепарации слабомагнитных руд/ В.И. Мулякко, Т.А.Олейник, В.И. Ляшенко и др. // Обогащение руд. - 2014. - №2. - С.43-49.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ОБОГАЩЕНИЯ ПРОБ РУДЫ МЕСТОРОЖДЕНИЙ САРЫЧЕКУ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТРАДИЦИОННОГО И МЕСТНОГО РЕАГЕНТА «ПС»

Ахмедов Х.<sup>1</sup>, Салижанова Г.К.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт минеральных ресурсов Госкомгеологии РУз

<sup>2</sup>Ташкентский государственный технический университет МВССО РУз

В Республике Узбекистан на обогатительных фабриках при обогащении различных руд используются традиционные реагенты, выпускаемые за рубежом. В настоящее время возникла необходимость испытания местных реагентов и внедрение их в промышленность. Замена традиционных реагентов новыми – импортозамещающими реагентами является актуальным. Создание реагентов, изготовленных на основе местного сырья позволит заменить дефицитные традиционные реагенты и сэкономит значительное количество валюты.

В настоящее время в республике действуют четыре предприятия, на которых флотируются медно – молибденовые руды – МОФ, СОФ и золотосодержащие руды – АЗДР, а также ГМЗ – 3 ГП НГМК. В качестве основного реагента – собирателя на этих предприятиях используется БКК, в качестве пенообразователя Т – 80 (оксаль), либо Т–92. Нами в данной работе приведены результаты исследований по обогатимости медных проб руды месторождений Кальмакыр и Сарычеку с традиционными реагентами и местным реагентом «ПС» реагентами. Пробы руды подготовлены по стандартной методике.

С целью изучения вещественного состава проб руды отбирали штучные образцы для минералогического анализа, готовились средние пробы для выполнения спектрального, химического, гранулометрического анализов.

Химическим анализом в пробе руды месторождения Сарычеку определено в (%): SiO<sub>2</sub> – 56,3; Fe<sub>общ</sub> – 2,66; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 1,52; FeO – 1,98; TiO<sub>2</sub> – 0,43; MnO – 0,09; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 12,2; CaO – 2,24; MgO – 15,4; K<sub>2</sub>O – 5,84; Na<sub>2</sub>O – 0,92; S<sub>общ</sub> – 1,58; S<sub>сульф.</sub> – 1,53; SO<sub>3</sub> – 0,12; CO<sub>2</sub> – 0,88; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 0,13; Си – 0,36; Pb – 0,004; Zn – 0,008; As – 0,01; Mo – 0,002; Аи – 0,2 у.е.; Ag – 4,7 у.е. и п.п.п. – 2,46. Полуколичественным спектральным анализом в средней пробе руды определено (в %): Ni – 0,002; V – 0,004; Cr – 0,003; Zr – 0,004; Ga – 0,001; Be < 0,06; Sr – 0,01; Be < 0,001; I – 0,001.

Медные минералы флотировали смесью бутилового ксантогената калия (БКК) с изопропиловым ксантогенатом калия (ИПКК) в соотношении 1:1.

С использованием местного реагента «ПС» проводили флотационные опыты в открытом и замкнутом циклах. При этом расход смеси ксантогенатов сокращён на 50% при добавлении реагента «ПС» - 150 г/т, расход остальных реагентов не изменен.

При флотации проб медной руды месторождения Сарычеку определён следующий оптимальный режим флотации с использованием традиционных реагентов: крупность измельчения, % кл. – 0,074 мм – 65; расход реагентов г/т: в измельчение извести (по СаО) – 400; в основную флотацию Na<sub>2</sub>S – 40; БКК + ИПКК – 15; Т – 80 – 20; в контрольную флотацию Na<sub>2</sub>S – 8; БКК+ИПКК – 7,5; Т – 80 – 10; доизмельчение черного концентрата, % кл. – 0,074 мм – 98,0; время флотации, мин: основной – 10; контрольной – 7; 1 перечистки – 5, 2 перечистки – 4.

При использовании местного реагента «ПС» расход реагентов собирателей составил, г/т: в основную «ПС»-100; БКК+ИПКК-7,5; в контрольную БКК+ИПКК – 3,5; остальные без изменения.

Таблица 1

Результаты опытов флотации пробы руды месторождения Сарычеку с использованием традиционных реагентов в оптимальном режиме

Продукты	Выход, %	Содержание, %		Извлечение, %	
		меди	серы	меди	серы
Открытый цикл					
Концентрат	1,8	17,56	15,02	83,2	16,9
Промпродукт1	5,7	0,19	1,18	2,9	4,2
Промпродукт2	3,2	0,51	1,9	4,3	3,8
Промпродукт3	6,8	0,16	6,87	2,8	29,2
Хвосты	82,5	0,031	0,89	6,8	45,9
Руда	100	0,38	1,6	100,0	100
Замкнутый цикл (по принципу непрерывного процесса)					
Концентрат	2,1	15,29	15,12	89,2	20,1
Хвосты	97,9	0,039	1,29	10,8	79,9
Руда	100	0,36	1,58	100	100

Таблица 2

Результаты опытов флотации руды месторождения Сарычеку с использованием местного реагента «ПС» и 50% расхода смеси ксантогенатов

Продукты	Выход, %	Содержание, %		Извлечение, %	
		меди	серы	меди	серы
Открытый цикл					
Концентрат	1,2	24,15	22,88	82,8	17,6
Промпродукт1	4,6	0,23	1,19	3,0	3,5
Промпродукт2	4,3	0,37	1,34	4,5	3,7
Промпродукт3	5,9	0,18	6,93	3,0	26,2
Хвосты	84,0	0,027	0,91	6,7	49,0
Руда	100,0	0,35	1,56	100,0	100,0
Замкнутый цикл (по принципу непрерывного процесса)					
Концентрат	1,5	21,6	24,65	90,0	23,4
Хвосты	98,5	0,036	1,23	10,0	76,6
Руда	100,0	0,36	1,58	100,0	100,0

Сравнивая результаты опытов, приведенные в табл. 1 и 2 можно считать, что показатели по извлечению меди практически одинаковые, но качество концентрата выше в опытах с использованием «ПС».

В результате проведенных исследований разработаны рекомендуемые схемы флотации проб руд месторождения Сарычеку с использованием сочетания традиционных собирателей и «ПС» при экономии БКК+ИПКК на уровне 50% и получены флотоконцентраты более высокого качества.

### ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЙСТВИЯ СОБИРАТЕЛЯ ПРИ ФЛОТАЦИИ

*Аминжанова С.И.*

Ташкентский государственный технический университет МВССО

Собиратели представляют собой большую группу органических реагентов – индивидуальных соединений или технических продуктов весьма разнообразных по

своему составу и строению. Основное назначение собирателей – избирательная гидрофобизация поверхностей частиц определенных минералов во флотационной пульпе для создания благоприятных условий прилипания их к воздушным пузырькам и последующего извлечения в пенный продукт (концентрат). Собиратели понижают смачиваемость минералов водой и увеличивают прочность прикрепления их к пузырькам воздуха. В зависимости от химического строения анионные собиратели делятся на сульфгидрильные, для которых характерно присутствие в полярной части группы –SH и оксигидрильные – жирные кислоты и их соли – мыла, алкилсульфаты и алкилсульфонаты, имеющие в своем составе группы –ОН и –COO – Me.

При флотации руд одно из направлений практического использования теоретических положений связано с воздействием различных факторов на флотореагенты в растворе с целью повышения эффективности их действия. Повышение дисперсности растворов сульфгидрильных и оксигидрильных собирателей, применение добавок поверхностно-активных веществ ПАВ, различных регуляторов среды в ряде случаев позволяет добиться определенного технологического эффекта. В последнее время нашли обоснование методы совместного использования разнородных органических реагентов при флотации: предварительное омыление жирных кислот в присутствии поверхностно-активных добавок, очередность подачи реагентов в пульпу. Эффективность собирательного действия реагентов определяется характером их взаимодействия с минералом и формой нахождения в пульпе. Ионная, молекулярная, коллоидно-молекулярная или эмульсионная форма нахождения органического реагента в пульпе не только определяет его химическую активность и эффективность использования как собирателя или пенообразователя, но и влияет на форму закрепления реагента после его адсорбции на поверхности минеральных частиц. Форма нахождения реагента может регулироваться физико-химическими методами (поверхностно-активные добавки), химическими (изменение pH среды, окислительно-восстановительного потенциала пульпы и т.п.), механическими (действие ультразвука, интенсивное либо наоборот замедленное перемешивание пульпы с реагентом и т.п.).

При флотации природногидрофобных минералов широко используется совместное применение собирателей, состоящих из дифильных и аполярных молекул (например, олеиновой кислоты и керосина). В последнее время такое сочетание начинает применяться и при флотации сульфидных минералов. В качестве собирателей золота и золотосодержащих сульфидов наибольшее распространение находят ксантогенаты – бутиловый  $C_4H_9OCSSH$ , изоамиловый  $C_5H_{11}OCSSH$  и изопропиловый  $C_3H_7OCSSH$ . Эти реагенты являются весьма эффективными собирателями золота, однако, наряду с золотом они флотируют все сульфидные минералы, в ряде случаев не представляющие промышленной ценности. С целью повышения селективности действия собирателей возможно применение полимеров, как один из методов улучшения технологических показателей флотации руд. Исследовалась флокулирующая способность и флокуляционные свойства смеси ксантогенат-лигносульфонат. Установлено, что степень флокуляции минералов, обработанных смесью собиратель-регулятор больше степени флокуляции минералов, покрытых каждым из реагентов в отдельности. Отмечено улучшение флотуемости галенита в случае использования смеси. При использовании в качестве собирателя смеси ксантогената с субаром (лигносульфонатом) расход первого может быть снижен до 40г/т.

В институте Механобр (Россия, г. Санкт-Петербург) с целью повышения извлечения металлов из шламистой медно-молибденовой руды испытывались флокулянты с различным молекулярным весом, степенью гидролиза и растворимостью в воде. Лучшие результаты получены с полиакриламидом (ПАА) – сополимером амида и акрилатов. Молекулярный вес –  $5 \times 10^6$ , удельный вес – 1020 – 1030 кг/м<sup>3</sup>, pH водного раствора 7 – 8,5, кинетическая вязкость водного раствора не менее 10 ост.



Были проведены сравнительные опыты флотации с добавками и без добавок ПАА. Оптимальный расход ПАА – 5 г/т. Для обеспечения эффективного действия высокомолекулярного ПАА его необходимо подавать в виде сильно разбавленного раствора концентрацией 0,1 %. Установлено, что применение ПАА повышает извлечение труднофлотируемых тонких сульфидных частиц за счет их селективной флокуляции: меди на 2,62%, молибдена на 1,3%. В 2001г. также в работе института Механообр [2] для повышения извлечения металлов применялись олигомеры акриловой кислоты и ее сополимеры Д<sub>1</sub>, Д<sub>2</sub>, и Д<sub>3</sub>. Эти реагенты по отношению к шеелитовой руде проявляют диспергирующие свойства. Диспергатор Д<sub>1</sub> при расходах 7-30 г/т способствовал повышению содержания шеелита в черновом концентрате с 2,6 до 3,99, однако снижал его извлечение с 59,5 до 45%. Реагент Д<sub>2</sub> при расходе 10 г/т повышал не только качество концентрата с 2,4 до 2,86% но и извлечение WO<sub>3</sub> с 60,7 до 61,8%. Реагент Д<sub>3</sub>, являющийся низкомолекулярным сополимером акриловой кислоты при подаче его в процесс после основного собирателя, с расходом 5 г/т повышает извлечение WO<sub>3</sub> на 1,5% при сохранении качества концентрата на прежнем уровне. Для медно-молибденовых руд были синтезированы высокомолекулярные соединения, содержащие карбоновую и ксантогеновую группировки (30%). Реагенты различались молекулярной массой и количеством функциональных групп.

Применение диспергатора ПТС повысило извлечение меди в коллективный медно-молибденовый концентрат на 2,48%, прирост извлечения молибдена составил 6,74%. Волжским отделением НИИ химполимер предложен в качестве флокулянта реагент КД-40, представляющий собой полимер катионного типа с молекулярной массой 10<sup>6</sup> и содержанием функциональных групп 35%. При использовании этого реагента прирост извлечения меди в черновой концентрат составил 1,6 – 2,8% при снижении содержания меди в нем на 0,2 – 0,25% по сравнению со стандартным режимом. Извлечение молибдена возросло на 7%. Прирост извлечения металлов по данным автора достигнут в основном за счет снижения потерь в тонких и средних классах крупности.

Таким образом, одним из перспективных методов повышения эффективности действия собирателей при флотации могут служить добавки полимеров к собирателям и их совместное применение.

#### КАТАЛИТИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ М-КСИЛИЛЕНДИАМИНА ИЗ ИЗОФТАЛОНИТРИЛА

*Абильдин Т.С.<sup>1,2</sup>, Аубакиров Е.А.<sup>1,2</sup>, Жакирова Н.К.<sup>1,2</sup>, Таимухамбетова Ж.Х.<sup>1,2</sup>, Бурханбеков К.Е.<sup>1,2</sup>*

<sup>1</sup>Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

<sup>2</sup>Научно-исследовательский институт Новых химических технологий и материалов, г. Алматы, Казахстан

E-mail: abildin54@mail.ru

Реакция окислительного аммонолиза открывает широкие возможности для синтеза нитрилов и динитрилов различного строения. Перспективным и доступным методом синтеза аминов и диаминов является гидрогенизация соответствующих нитрилов и динитрилов, для этой цели в качестве основного вида сырья могут быть использованы продукты глубокой переработки нефти и угля.

Основным исходным продуктом для термостойких полимеров будут служить м-, п-ксилилендиамины и их смеси, синтезированные путем каталитического гидрирования изофтало-, терефталонитрилов и их смеси, получаемые окислительным аммонолизом м-, п-ксилолов и их смеси.

Ранее авторы провели работы по оптимизации процесса каталитического гидрирования терефталонитрила в п-ксилилендиамин, выход которого достигал 97-98%. Академик Б.А. Жубанов с сотрудниками на основе п-ксилилендиамина получили полиимиды с повышенной теплостойкостью и механической прочностью. Для получения полиамидов и полиимидов большое значение приобретает м-ксилилендиамин. Из м-ксилилендиамина получают м-диизоцианат, полиуретаны, синтетические волокна и и.д.

Каталитическое гидрирование изофталонитрила проводилось в жидкой фазе в изобарно-изотермическом режиме на кинетической установке высокого давления (КУВД), позволяющей контролировать расход водорода в единицу времени. Реактор представляет собой каталитическую "утку" из нержавеющей стали. Объем реакционного сосуда - 0,15 л, число односторонних качаний 600-700 в мин. Гидрирование осуществляют до прекращения поглощения водорода из газовой фазы.

Для анализа продуктов гидрирования были применены газожиждкостная и газовая хроматография, потенциометрическое титрование, ИКС, Фурье-спектроскопия и элементный анализ.

В результате проведенных экспериментов получены новые научные результаты о технологии каталитического процесса гидрирования изофталонитрила в м-ксилилендиамин в жидкой фазе под давлением водорода на модифицированных Ni-скелетных катализаторах. Каталитическое насыщение водородом нитрильной группы ( $C\equiv N$ ) до аминной ( $NH_2$ ) представляет собой сложный процесс, параллельно-последовательно протекающих реакции. Селективность и глубина гидрирования зависит от соотношения скоростей реакции гидрирования и взаимодействия промежуточных соединений, природы катализатора, растворителя и условиями проведения эксперимента (температуры, давления водорода, концентрации  $NH_3$  и и.т.д.). Выход первичных аминов в присутствии аммиака доведен до 96-98 %.

## **АКТИВИЗАЦИЯ БЕЛИТОВЫХ КЛИНКЕРОВ КРАТКОВРЕМЕННЫМ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫМ ЛЕГИРОВАНИЕМ**

*Холикулов Д.Б., Сафаров У., Жумаев М.Н.*  
Навоинский горно-металлургический институт

Среди множества предлагаемых путей снижения энергозатрат при обжиге цементного клинкера наиболее перспективным представляется снижение его основности и получение цемента с высоким содержанием белитовой фазы (40-50%). Данное направление интенсивно разрабатывается во многих промышленно развитых странах, так как белитовый портландцементный клинкер обжигается при температуре 1300 - 1350°C, что позволяет экономить 10 - 15% тепловой энергии и существенно облегчить режим термической обработки сырьевой шихты, снижающей вредное влияние цементного производства на экологическую обстановку. Вторым важным достоинством низкоосновных цементов является значительное увеличение прочности в поздние сроки твердения.

Однако существует ряд проблем, препятствующих промышленному выпуску низкоосновных клинкеров. Одна из главных – низкая гидравлическая активность в ранние сроки твердения. Особенно при получении цементов, состоящих в основном из 80-90%  $C_2S$ . Этот недостаток определил направление работы – получить белит который по марочным прочностным показателям твердения в возрасте от суток до семи не уступает обычному высокоосновному цементу. В настоящее время наиболее эффективным технологическим решением, обеспечивающим интенсификацию твердения и повышения активности белита до 45-55 МПа, является следующее:

использование возможности стабилизации модификации белита, встраиванием в его структуру оксида магния, что исследовано не в полной мере. Общим принципом активизации фаз белитов является усиление неравновесности, создание дополнительных дефектов и оптимизация микроструктуры.

Стремление повысить активность белита за счет активации белитовой фазы приводит к необходимости сложных технических и технологических решений и поэтому до сих пор не реализовано. Способы термической активации белита эффективны, но сопряжены со значительными капитальными затратами и не обеспечены технически. Химическая активация, реализуемая вводом добавок – модификаторов в сырьевую смесь оптимальна с позиций технологических и материальных возможностей цементного производства, но недостаточно интенсифицирует начальные стадии гидратации цементов, поэтому научный и практический интерес представляет исследование влияния присадки добавок-модификаторов к белиту в процессе обжига (термохимическая активация белита), что одновременно с модифицирующим воздействием добавок, способно повысить неравновесность структуры белитовой фазы и привести к повышению их начальной гидравлической активности. Определение влияния способа ввода модифицирующих добавок на активность белита представит новые возможные приемы управления свойствами белита.

Над проблемой повышения гидравлической активности низкоосновного клинкера и белита работали и продолжают исследования многие ученые (В.В. Тимашев, Л.Г.Судакас, М.М. Сычев, А.И. Бойкова, А.П. Осокин, Б.С. Альбац, В.Д. Барбанягрэ, И. Штарк и др.), определившие главные факторы, формирующие активность белитовых клинкеров и белитов - это неравновесность их синтеза и дефектность структуры клинкерных минералов. Выявлена мало известная область, касающаяся влияния добавок на свойства белита, а именно их действие при введении в определенные моменты формирования минерала белитовой фазы. Указанные обстоятельства предопределили необходимость и основное содержание выполненного раздела. Добавки в белит обычно вводят для стабилизации высокотемпературных модификаций двухкальциевого силиката. Возможность усвоения добавки белитом обусловлена способностью белитового минерала к размещению в своей структуре значительного количества разнообразных изоморфных примесей и образованию с ними твердых растворов.

Внедрение добавки в структуру белита обеспечивает увеличение неравновесности белита, благодаря чему возможна фиксация аналогов высокотемпературных модификаций белита и его кристаллизация в несовершенной гидравлически активной форме [1-2]. Однако, введение модифицирующих добавок в сырьевую смесь приводит к раннему образованию белита через низкотемпературную жидкую фазу. При дальнейшем подъеме температуры двухкальциевый силикат пассивируется и, следовательно, теряет часть гидравлической активности. Кроме того, при повышенном содержании именно тех модификаторов, которые фиксируют высокотемпературные формы  $C_2S$ , происходит блокировка образования алита за счет повышения вязкости расплава и расширения температурной области существования свободного оксида кальция. Следовательно, необходимо использовать положительный эффект от введения добавки, а отрицательное влияние по возможности исключить. Представляется целесообразным ввести модификатор после образования основной массы силикатов кальция. Необходимо, чтобы в момент присадки минерала находился еще в активном состоянии, позволяющем осуществить внедрение элементов добавки в структуру минерала.

Способ введения добавок – кратковременное высокотемпературное легирование разрабатывался в лабораторных условиях. Эффективность предлагаемого способа определялась на белите, полученного разложением фосфогипса при  $1200^{\circ}C$  в

присутствии восстановителя. Осуществление присадки добавки в процессе производилось следующим образом. Белит измельчался до удельной поверхности  $S_{уд}=260-270 \text{ м}^2/\text{кг}$ , часть порошка усреднялась с активизирующими добавками. Смеси и бездобавочный контрольный белит подвергались резкому кратковременному изотермическому обжигу в разогретой до необходимой температуры печи. Контрольный белит без добавок вторично обжигался для учета влияния повторного кратковременного нагревания на сравнительные прочностные показатели.

Поиск добавок для легирования производился исходя из склонности к изоморфным замещениям в основных составляющих минералах и образованию с клинкерными фазами твердых растворов.

Изучено действие следующих добавок: 1 – солей, содержащих известные ионы-модификаторы  $\text{K}^+$  и  $\text{SO}_4^{2-}$  в виде  $\text{K}_2\text{CO}_3$  и  $\text{CaSO}_4$  и их смеси, взятые в равных количествах; 2 – фракции пыли из последнего поля электрофильтров вращающихся печей ОАО «Ахангаранцемент», состоящие из  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{CO}_3$ .

Температура введения присадки добавки определялась в интервале, включающем процессы белитообразования от спекания до кристаллизации белита –  $1350-1250^\circ\text{C}$ . Оптимальный температурный интервал присадки добавки соответствует завершению процесса спекания и началу охлаждения белита, а необходимое время взаимодействия добавки с обжигаемым материалом принято от 7 до 20 минут. Для экспериментов принят режим легирования в течение 10 минут при температуре  $1200^\circ\text{C}$ .

Установлено, что повысить активность белита можно вводом добавок, содержащих анион  $\text{SO}_4^{2-}$  и катион  $\text{K}^+$ . Наиболее эффективно ионы действуют совместно в виде добавки ( $\text{K}_2\text{CO}_3+\text{CaSO}_4$ ). Пыль электрофильтров, содержащая необходимое сочетание легирующих компонентов, увеличивает гидравлическую активность низкоосновного клинкера до значений промышленного алитового клинкера с  $\text{KH}=0,92$ . Оптимальное количество вводимых добавок составляет 5 – 7% от массы клинкера. В табл. 1 представлены результаты физико-механических испытаний образцов с 5% содержанием вводимых добавок.

Таблица 1

Влияние кратковременного высокотемпературного легирования на гидравлическую активность белита

№	KH	Количество добавки, %	Предел прочности при сжатии, МПа, от продолжительности твердения, сут			
			1	2	7	28
1	0,67	0	13	21	42	80
2		5% пыли электрофильтров	32	48	76	101
3		5% гипса	34	49	73	105
4		5% $\text{K}_2\text{CO}_3$	31	52	63	91
5		5% гипса + $\text{K}_2\text{CO}_3$	35	53	74	105
6	0,7	0	12	30	55	68
7		5% пыли электрофильтров	31	55	64	83
8		5% гипса	34	54	67	87
9		5% $\text{K}_2\text{CO}_3$	30	46	57	80
10	0,75	5% $\text{K}_2\text{CO}_3+\text{CaSO}_4\cdot 2\text{H}_2\text{O}$	34	56	68	91
11		заводской клинкер	28	42	72	90
12	0,92	0	28	42	72	90
13		5% пыли электрофильтров	40	59	69	88

Предложенный способ активизации целесообразно применять только для

низкоосновных систем с  $KH < 0,70$ , алитовый клинкер в принятом режиме легирования не активизируется, т.е. введение добавки не увеличивает прочность вяжущего после 7 и 28 суток твердения. Таким образом, режим легирования, позволяющий получить быстротвердеющий белит, заключается в присадке активизирующей добавки минералу на завершающей стадии процесса спекания. Область присадки ограничена температурным интервалом, верхняя граница которого на 10-80 градусов ниже максимальной температуры обжига, а нижняя на 20-30 градусов выше температуры кристаллизации минерала.

#### **Литература**

1. Овчаренко Г.И. Активный белитовый цемент // Ж.Цемент. 1987. №4 с.16-18
2. Бабанягре В.Д. Головизнина Т.Б. Получение быстротвердеющего низкоосновного клинкера кратковременным высокотемпературным легированием// Цемент и его применение. 1999. №5/6 с. 23-26.

### **ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ ПЕРЕРАБОТКИ ХВОСТОВ БОГАЩЕНИЯ РУД КАЗАХСТАНА В ПРОИЗВОДСТВЕ ЯЧЕЙСТОГО БЕТОНА И ВЯЖУЩЕГО**

*Сартбаев М.К., Жалгасулы Н.*

Институт горного дела им. Д.А. Кунаева, г. Алматы

Впервые разработаны физико-химические способы переработки хвостов обогащения руд в производстве прогрессивного строительного материала-ячейстого газобетона и вяжущего с использованием механохимической активации.

Для успешной активации измельчительный агрегат должен воздействовать на частицы прежде всего истиранием, а уже затем раздавливанием (ударом); обеспечивать максимальное число контактов агрегата с частицами и наведение в них микродефектов. Это позволяет утверждать о преимуществе дезинтеграторной установки ДУ -92 и способа активации перед другими измельчающими устройствами.

При применении дезинтеграторной технологии для приготовления ячейстого газобетона и вяжущего из хвостов обогащения руд достигается тонкое измельчение всех компонентов смеси, резко повышается гидравлическая активность материалов с минеральными добавками, при этом достигается высокая степень гомогенизации исходной шихты.

Исследования показывают, что гидратационная активность смеси цементного камня из хвостов обогащения полиметаллических и редкометальных руд и отходов промышленности после дезинтеграторной обработки значительно увеличивается. При этом ускоряется образование и последующее разложение метастабильных гидратных соединений и их переход в термодинамически устойчивые в данных условиях фазы. Образцы отличаются повышенными физико-механическими свойствами: пределом прочности при сжатии в сухом состоянии 14,8-15,6 Мпа.

Минералогический анализ показал, что при механохимической активации образуется: силикатов кальция -84 %; стекла с показателем переломления  $N = 1,608 - 16\%$ .

Разработана технология производстве вяжущего плотного бетона из хвостов обогащения полиметаллических руд и отходов промышленности с использованием механохимической активации.

Целью разработанной технологии является повышение прочности вяжущего. Используют известь активностью 74 %, отходы промышленного производства, хвосты обогащения полиметаллических и редкометальных руд порошкообразный материал с дисперсностью, соответствующей 10 % остатку на сите 4900  $\mu\text{m}$  /  $\text{cm}^2$  и шлак

электротермофосфорного производства.

После окончания механохимического перемешивания вязущую смесь выгружают из дезинтегратора в формы и уплотняют на вибростоле. Сформованные и отпрессованные образцы изделий с полученным вязущим подвергают гидротермальной обработке в автоклаве при избыточном давлении 10 кг/см<sup>2</sup> по режиму 2+10+3 ч. Полученные образцы имеют следующие характеристики: предел прочности при виброуплотнении 70,0-72,0 МПа, при прессовании 124,0-131,0 МПа, хвосты обогащения оказывают существенное катализирующее воздействие на гидротермальное твердение гидросиликатов кальция из-за наличия в них остаточных химических реагентов (активированное жидкое стекло и жирнокислотные собиратели) и дают резкое повышение прочности вязущего.

### МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРИРОДНОГО ФУЛЛЕРЕНСОДЕРЖАЩЕГО МИНЕРАЛА ШУНГИТА И МИКРОПОРИСТОГО АЛЮМОСИЛИКАТНОГО МИНЕРАЛА ЦЕОЛИТА С ВОДОЙ

*Игнатов И.<sup>1</sup>, Мосин О.В.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Научно-исследовательский центр медицинской биофизики (НИЦ МБ), г. София, 1111, Н. Коперника, 32, Болгария

<sup>2</sup> ФГУП «Московский государственный университет тонких химических технологий им. М.В. Ломоносова», г. Москва, 117571, Вернадского пр., 86, РФ

Установлена математическая модель взаимодействия аморфного, некристаллизирующегося, фуллереноподобного углеродсодержащего природного минерала – шунгита (Зажогинское месторождение, Карелия, РФ) и микропористого алюмосиликатного минерала цеолита (Мост, Болгария) с водой. В расчетах использовалась модель У. Лукка, рассматривающая воду как ассоциированную жидкость, состоящую из О–Н...О–Н групп, большая часть которых определяется энергией водородных связей ( $-E$ ), а остальные свободные ( $E = 0$ ). Функция распределения индивидуальных молекул H<sub>2</sub>O по энергиям  $f(E)$  определялась по экспериментальной зависимости между поверхностным натяжением воды ( $\theta$ ) и энергией водородных связей ( $E$ ) между молекулами H<sub>2</sub>O:  $f(E) = bf(\theta)/[1-(1+bE)^2]^{1/2}$ , где  $b = 14,33 \text{ эВ}^{-1}$ ;  $\theta = \arccos(1-bE)$ . Разность:  $\Delta f(E) = f(\text{пробы воды}) - f(\text{контрольной пробы воды})$  обозначается “дифференциальный неравновесный энергетический спектр воды” (ДНЭС). Исследование образцов воды после 3-х дневного контакта шунгита и цеолита с деионизированной водой методом ДНЭС, показали значения средней энергии ( $\Delta E_{н...о}$ ) водородных Н...О-связей между молекулами H<sub>2</sub>O, составляющие  $+0,0025 \pm 0,0011$  эВ для шунгита и  $-1,2 \pm 0,0011$  эВ для цеолита. Для контрольного образца деионизированной воды эта величина составляет  $-0,1162$  эВ. Данная разница свидетельствует о различии механизмов взаимодействия этих минералов с водой, обусловленных различным компонентным составом, структурой (пористость, плотность, адсорбционная емкость). Результаты свидетельствуют о реструктуризации значений энергий водородных связей между индивидуальными молекулами H<sub>2</sub>O со статистически достоверным увеличением локальных максимумов в ДНЭС-спектрах. Так, для значения  $0,1387$  эВ существует локальный максимум с положительным значением энергии для шунгита и цеолита. ДНЭС-спектры водных растворов, содержащие катионы Ca<sup>2+</sup>, обладали локальным максимумом энергии при  $-0,1100$  эВ и локальным минимумом при  $-0,1000$  эВ. ДНЭС-спектры образцов воды после контакта с шунгитом обладают локальным максимумом энергии при  $-0,1137$  эВ и локальным минимумом при  $-0,0987$  эВ. При изменении температуры воды средняя энергия водородных Н...О связей в молекулах H<sub>2</sub>O изменяется, что приводит к

перераспределению молекул H<sub>2</sub>O по энергиям в ДНЭС-спектрах. По данным экспериментальным зависимостям построена математическая модель взаимодействия этих минералов с водой.

Таблица. Энергии водородных связей между индивидуальными молекулами H<sub>2</sub>O в образцах воды, полученных ДНЭС-методом\*, после 3-х дневного контакта с шунгитом и цеолитом.

-E(eV) x-ось	<i>Шунгит</i> %, [(-E <sub>value</sub> )/ (-E <sub>total value</sub> )]	<i>Цеолит</i> %, [(-E <sub>value</sub> )/ (-E <sub>total value</sub> )]	-E(eV) x-ось	Шунгит %, [(-E <sub>value</sub> )/ (-E <sub>total value</sub> )]	Цеолит %, [(-E <sub>value</sub> )/ (-E <sub>total value</sub> )]
0,0937	2,85	6,3	0,1187	0	12,4
0,0962	8,8	6,3	0,1212	5,9	6,3
0,0987	5,9	0	0,1237	0	0
0,1012	11,8	12,4	0,1262	0	0
0,1037	11,8	6,3	0,1287	0	18,7
0,1062	0	6,3	0,1312	8,8	6,3
0,1087	0	0	0,1337	2,85	0
0,1112	5,9	0	0,1362	0	0
0,1137	11,8	0	0,1387	11,8	2,4
0,1162	11,8	6,3	-	-	-

\*Показано распределение значений  $[(-E_{value})/(-E_{total value})]$ , % молекул H<sub>2</sub>O в соответствии с энергиями водородных связей (-E<sub>value</sub>) относительно общей энергии водородных связей (E<sub>total</sub>).

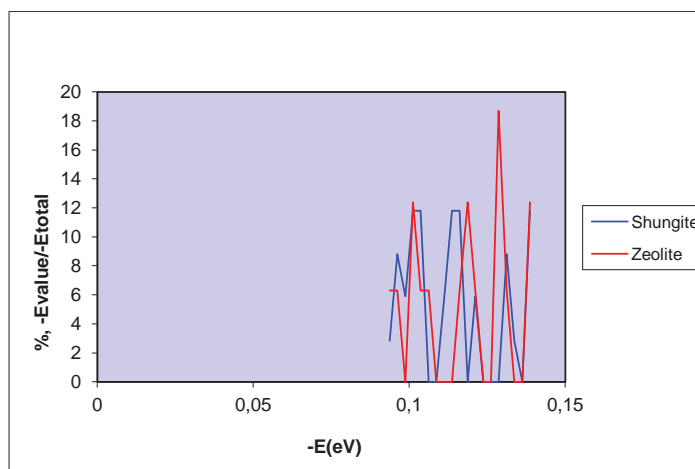


Рисунок. Распределение значений  $[(-E_{value})/(-E_{total value})]$ , % молекул H<sub>2</sub>O в соответствии с энергиями водородных связей (-E<sub>value</sub>) относительно общей энергии водородных связей (E<sub>total</sub>) в ДНЭС-спектрах после контакта шунгита (синяя линия) и цеолита (красная линия) с водой

## КОМПЛЕКСНОЕ ОСВОЕНИЕ БУРОУГОЛЬНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАРА-КЕЧЕ

*Тажиббаев К.Т., Тажибаев Д.К.*

Институт геомеханики и освоения недр Национальной академии наук Кыргызской Республики

Месторождение «Кара-Кече» расположено на высоте 3200 м над уровнем моря на восточной оконечности Кавакского бурогоугольного бассейна в межгорной впадине, ограниченной с запада р. Токсон-Теке с севера выходами палеозойских отложений, с востока р. Кара-Кече и с юга выходами палеозойских отложений у подножья хребта Молдо-Тоо. Административно площадь месторождения относится к Жумгалскому району Нарынской области Кыргызской Республики.

На месторождении выделено два крутопадающих мощных пласта угля: «Основной» и «Сложный». Оба пласта месторождения на всем своем протяжении выходят на поверхность. Наиболее характерные углы падения для верхней части пластов 50-60°. На восточном участке зафиксированы более крутые углы – 70-80°. С глубиной углы падения пластов выволаживаются до 35-45°. Пласт «Основной» прост по строению, содержит относительно мало маломощных прослоев породы, мощность его изменяется в среднем от 20 (участок «Восточный») до 37 м (участок «Центральный»). Минимальная мощность пласта «Основной» отмечена на его выклинивании на участке «Восточный», максимальная – 94,22 м на участке «Западный».

Пласт «Сложный» имеет подчиненное значение. Для пласта характерно прерывистое распространение. Развита он, в основном, на участках «Западный» и «Центральный». Мощность пласта изменяется от 0,53 до 36,4 м на участке «Западный» и от 0,30 м до 13 м на участке «Центральный». На участке «Восточный» пласт представлен, в основном, углистыми породами.

Балансовые запасы угля на месторождении составляют порядка 437 млн. тонн, запасы угля для отработки открытым способом составляют более 192 млн. тонн, то есть при добыче даже 1 млн. тонн в год этих запасов хватит более чем на 100 лет.

Угли месторождения Кара-Кече относятся к марке Б (бурый), группе ЗБ (третий бурый), подгруппе ЗБФ (третий бурый фюзенитовый) с кодовым номером 0472005.

Угли месторождения по своим качественным характеристикам могут использоваться для производства генераторного газа, в качестве энергетического топлива для пылевидного и слоевого сжигания в котельных установках, как бытовое топливо, а также при производстве строительных материалов (известняк, кирпича, цемента).

Кроме использования углей в качестве энергетического топлива, часть их может быть направлена для получения органических кислот и активированного угля. Выветрелые гуминовые угли могут использоваться в качестве удобрения в сельском хозяйстве. Зола каракечинских углей (по химическому составу) может быть использована как сырье для получения алюминия и как добавка при производстве цемента и стекла.

Также было установлено, что бурый уголь Кара-Кече может быть использован как сырье для получения синтетического топлива и ряда химических продуктов. Химико-технологические исследования бурого угля пласта "Основного" месторождения Кара-Кече, произведенные в ВНИИПСе в г. Ленинград (1958г.), в заводских условиях (пробы весом 10 тонн) показали, что при сжигании угля в количестве 500 тонн в газогенераторах, при паракислородном дутье, могут быть получены следующие продукты: газ (очищенный от углекислого газа) в количестве 600 тыс м<sup>3</sup>. Из этого количества газа 400 тыс.м<sup>3</sup> идет на получение 70 тонн



искусственного жидкого топлива, а 200 тыс.м<sup>3</sup> метана (получается как побочный продукт) который может использоваться в качестве бытового газа, с теплотворной способностью 4700 больших калорий.

Одной из важных проблем на месторождении Кара-Кече в настоящее время является проблема переработки угольной мелочи, которая составляет порядка 50% от общего количества добываемого угля вследствие высокой склонности бурых углей к измельчению. Как известно спрос на угольную мелочь небольшой.

Для решения вышеуказанной проблемы на сегодняшний день разработаны и успешно эксплуатируются новые технологии, позволяющие более эффективно использовать мелкий бурый уголь, нанося минимальный вред окружающей среде. В первую очередь — это производство синтетического топлива и создание водоугольного топлива (ВУТ).

Водоугольное топливо (ВУТ) представляет собой дисперсную систему, состоящую из тонкоизмельченного угля, воды и реагента-пластификатора. Приготавливается из угля, углесодержащих отходов и угольных шламов.

Одним из наиболее экономически обоснованных и экологически целесообразных путей замещения газового и нефтяного видов топлив на крупных ТЭЦ и в котельных является применение композиционного водоугольного топлива. Водоугольное топливо представляет собой дисперсную систему, состоящую из тонкоизмельченного угля, воды и реагента-пластификатора.

Состав ВУТ:

уголь (кл. 0-200(500) мкм) - 59-70 %;

вода - 29-40 %;

реагент-пластификатор – 1 %;

температура воспламенения - 450-650 °С;

температура горения - 950-1050 °С.

Водоугольное топливо обладает всеми технологическими свойствами жидкого топлива: транспортируется в авто- и железнодорожных цистернах, по трубопроводам, хранится в закрытых резервуарах; сохраняет свои свойства при длительном хранении и транспортировании; взрыво- и пожаробезопасно.

При использовании ВУТ на ТЭС и ТЭЦ позволит в 1,5-3,5 раза снизить вредные выбросы в атмосферу (пыли, оксидов азота, бенз(а)пирена, двуокиси серы), а также позволит эффективно использовать образующуюся при сжигании летучую золу, которая может быть использована при производстве цемента.

При переводе теплогенерирующих установок на сжигание ВУТ не требуются существенные изменения конструкций котлов (агрегатов), возможно сжигание в топках для слоевого сжигания твердого топлива, в камерных топках для пылеугольного и жидкого топлива, при сжигании в кипящем слое.

Разработанная новая технология вихревого сжигания при температуре 950-1050 °С позволяет достичь эффективности использования водоугольного топлива свыше 97% (при слоевом сжигании сухого угля указанная величина не превышает 60%).

Применение водоугольного топлива позволит снизить стоимость 1 тонны условного топлива (ТУТ) (в 2-3 и более раз), на 15-30% снизить эксплуатационные затраты при хранении, транспортировании и сжигании, в 3 раза снизить капитальные затраты при переводе ТЭЦ и ГРЭС со сжигания природного газа и мазута на водоугольное топливо, при этом окупаемость затрат при внедрении ВУТ составляет 1-2,5 года.

В связи с дефицитом энергоресурсов в республике необходимо необходимо в первую очередь наладить производство экологически чистого водоугольного топлива из угля Кара-Кече для дальнейшего его использования на ТЭЦ, ТЭС, котельных и других промышленных предприятиях республики, что позволит резко снизить вредные выбросы в атмосферу и уменьшить зависимость страны от дефицитных жидких и

газообразных видов топлива. Также в дальнейшем можно организовать производство по получению синтетического газа и жидких моторных топлив из мелких углей Кара-Кечинского месторождения.

## ХИМИКО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УГЛЕВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД

*Джимиева Р.Б.*  
СКГТУ, Владикавказ, Россия

Углевмещающие породы в большинстве представляют собой углистые сланцы, содержащие 6-10% выгорающих примесей. Обычно они сухие (влажность 4-7%), но иногда встречаются и с повышенной влажностью.

Минералогический характер чистых пород представлен образцами породы шахты Зиминка, типичной для южного Кузбасса. Это плотная масса тонкого зернистого строения темно-серого (графитного или аспидного) цвета со слабозаметной неровной слоистостью.

Для дальнейшего исследования из породы были изготовлены шлифы в плоскости слоистости (рис. 1) и перпендикулярно наложению (рис. 2).

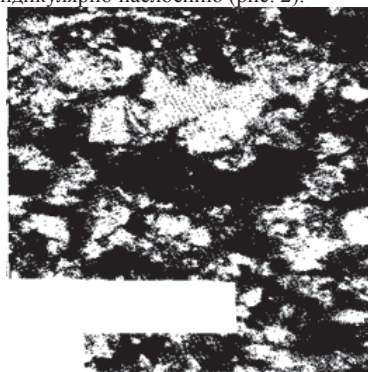


Рис. 1. Микроструктура алевролита в проходящем свете, темные пятна- углистые включения, шлиф параллельно пласту. X136

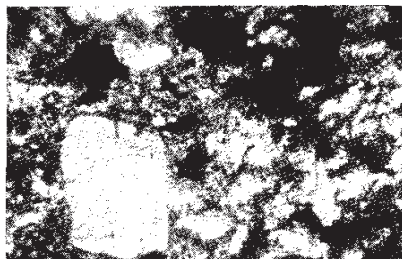


Рис. 2. Микроструктура алевролита в проходящем свете, шлиф перпендикулярно пласту X136

Микроскопическое исследование позволяет определить породу как метаморфизированный алевролит со слабо прослеживаемой сланцевой текстурой, обусловленной субпараллельной ориентировкой бластических новообразований и включений обломочного материала. Можно предполагать, что сланцевая текстура была в значительной степени унаследована от осадочной породы (алевролит), имевшей слоистое строение.

Кластического материала в породе содержится не менее 50-60%: в основном это мелкие обломки кварца, в небольшом количестве встречаются более крупные зерна плагиоклаза и ортоклаза. Последние в значительной степени изменены вторичными процессами (серитизация, кальцитизация и каолинизация). В незначительном количестве в породе присутствуют окатанные обломки кремнистых пород и кварцитов.

Обломочный материал в целом характеризуется невысокой степенью окатанности - обломки угловатые и полуугловатые. Размеры их в основном не превышают 0,1 мм в диаметре, примесь частиц размерами до 0,2-0,3 мм составляет не более 5%. Из аутогенных минералов отмечены мелкие кристаллики и округлой формы стяжения пирита размером около 0,01 мм, иногда образующие в породе бесформенные скопления.

Повсеместно в породе рассеяны разнообразной формы углистые частицы, количество которых составляет не менее 5%. Часто углистые частицы имеют удлиненную форму и тогда они грубо ориентированы в плоскости сланцеватости, что особенно заметно при рассмотрении шлифов, сделанных параллельно пласту, где длинные оси черных включений имеют горизонтальное расположение.

Цементирующая масса составляет около 30% породы и сложена бурым пелитовым материалом, тончайшими чешуйками серицита, точечными зернами карбонатов (кальцита и доломита).

В результате процессов метаморфизации она была бластически превращена в плотный агрегат, облегающий материал породы и в значительной степени скрадывающий контуры обломков.

Эта масса образована бейделлитом и имеет чешуйчатое, оптически ориентированное строение со свойствами, характерными для этого минерала. В ней отмечаются пленки и пятнышки бурых гидроокисей железа.

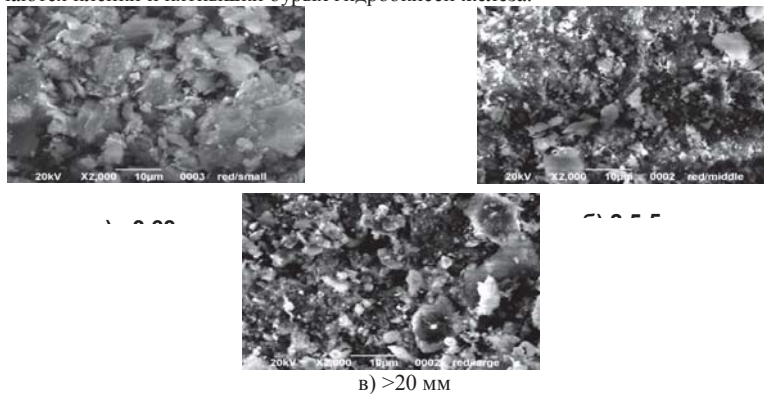


Рис. 3. Микрофотографии поверхности частиц горелой породы разных фракций (X 2000)

[<http://www.myshared.ru/slide/212140>]

Микроструктурное исследование других разновидностей углевмещающих пород Кузбасса показывает, что содержание отдельных компонентов колеблется в

некоторых пределах, зависящих от геологических и тектонических особенностей угольных и сопровождающих напластований (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Минералогический состав шахтных пород Кузбасса

Компоненты	Содержание компонентов в вес. % в породе шахт			
	Томь-Усинской 1-2	Чертинской	им. Кирова	Красногорской
Уголь:	1,7	0,7	1,5	1,2
слабоминерализованный с 5 до 15%	—	—	—	3,4
среднеминерализованный	—	—	—	—
сильноминерализованный от 25 до 35% с Ас	3,1	0,8	—	—
Углистый аргиллит	20,8	1,9	—	—
Слабоуглистый аргиллит	9	—	6	19
Аргиллит	11,7	46	38,1	60
Алеврит	18,4	9,9	52,8	9
Песчаник	26,5	40,7	1,6	6

Результаты рентгенофазового анализа образцов отвальной горелой породы [http://www.myshared.ru/slide/212140]

Фаза	Фракция горелой породы					
	< 0,63 мм		2,5-5,0 мм		> 20 мм	
	мас. доля, %	d, нм	мас. доля, %	d, нм	мас. доля, %	d, нм
SiO <sub>2</sub> кварц	33,7	97	39,5	86	46,5	100
CaHPO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O брушит	10,3	> 500	0,55	> 500	4,36	> 500
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> гематит	7,79	66	6,50	105	2,96	114
NaAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub> альбит	8,8	58	2,3	20	—	—
KAl <sub>4</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>9</sub> (OH) <sub>3</sub> иллит	39,4	25	51,1	25	46,1	25

Содержание отдельных минералов в шахтных породах по данным химического и микропетрографического исследований видоизменяется в следующих пределах: около 30 % кварца, 8-14 % горючих примесей, около 30 % полевошпатовых минералов и около 30 % хлоритоглинистого (пелитового) материала. Последний является природным цементом породы и представляет собой минералы, определяющие физико-химическую индивидуальность межугольных сланцев, как глинистого сырья.

Удельный вес шахтных пород колеблется от 2,38 до 2,72; огнеупорность их от >1200 до 1580 °С.

Кривые дифференциально-термического анализа углевмещающих пород (рис. 5) с высоким содержанием пирита (шахта «Пионерка») имеют значительный экзотермический эффект при температурах 630-650 °С, а пород типа глинистых

аргиллитов (шахты Байдаевская и Южная) - заметные эндотермические эффекты в температурной области дегидратации глинистых материалов

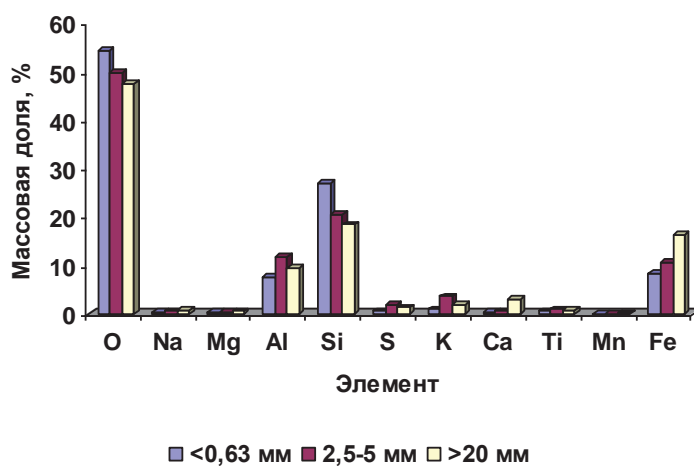


Рис. 4. Результаты рентгеновского микроанализа фракций отвальной горелой породы [http://www.myshared.ru/slide/212140]

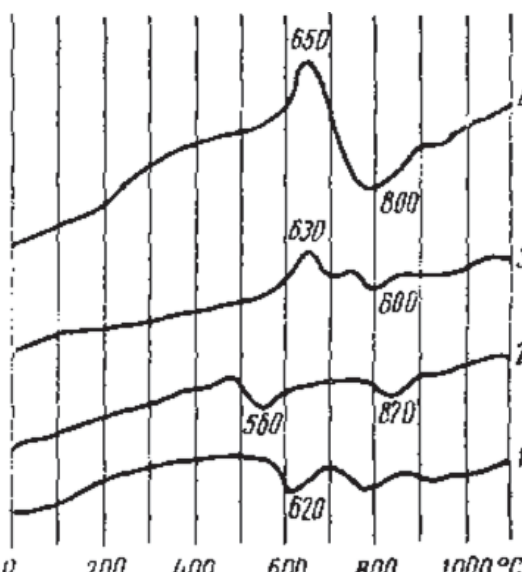


Рис. 5. Термограммы кузнецких межугольных пород, шахты: 1 - «Пионерка»; 2 - Байдаевская; 3 - Южная; 4 - природная горы Ольжерас

У всех разновидностей пород наблюдается эндотермический эффект при

температурах 790-820 °С, соответствующих термической диссоциации карбонатов кальция.

Кристаллографическая порода углевмещающих сланцев освещена в работе Маршалла при определении двойного лучепреломления ряда минералов в коллоидных суспензиях под влиянием электрического поля [6].

Результаты определения двойной дифракции для ориентированных суспензий указывают на гетерогенный характер сланцев, а также на то, что они, как и настоящие глины, способны к катионному обмену.

Содержание горючих примесей в углевмещающих породах определяется по методике, заключающейся в том, что навеску породы обрабатывают соляной и плавиковой кислотами и за органические вещества считают зольность нерастворимого остатка.

Ряд авторов, изучавших угольные напластования и сопровождающие их породы, отмечает, что при ограниченном наборе угленосных пород в Кузбассе их химический состав (в частности для Алыкаевской и Ерунаковской свит), согласован по содержанию соединений железа, возрастающему по мере измельчения частиц пород при переходе от песков к аргиллитам [11]. Химический состав пустых пород различных шахт Кузбасса представлен в табл. 2.

Таблица 2  
Химический состав межугольных пород различных шахт Кузбасса

Шахты	Содержание в % по весу на сухое вещество								
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	R <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub>	горючих
Южная	68,02	15,61	5,79	2,2	2,2	0,42	2,02	0,6	6,04
Зырянская	51,62	13,42	9,58	8	2,06	0,05	0,23	8,71	6,56
Байдаевская 1-2	60,12	15,61	6,39	2,1	2,4	0,02	1,26	3,46	8,54
«Пионерка»	61,44	18,34	5,01	3,2	1,95	1,98	0,31	2,71	6,01
Бабанакская	58,77	15,78	4,89	2,95	1,8	0,9	0,41	2,5	9,8
Имени Кирова	57,78	18,93	2,90	3,5	2,05	2,18	0,91	0,21	12,29
9/15	57	18,15	6,27	3,15	2,16	0,51	0,40	5,91	5,88
Имени Ярославского	59	16,43	7,21	4,14	1,21	0,41	0,2	—	11,64
Чертинская	64,13	16,21	4,39	2,75	2,03	0,94	—	1,11	8,36
Красногорская	58,02	19,5	3,27	3,5	1,51	0,48	—	2,35	11,61
Прокопьевская	61,44	19,04	4,79	0,7	1,94	1,13	—	1,59	9,52
Томь-Усинская 1-2	67,1	16,31	3,19	1,9	1,3	0,27	—	2,78	7,5

Процентное содержание оксидов элементов в образцах разных фракций горелой породы шахты «Ольховатская» и величина их модулей  
[http://www.myshared.ru/slide/212140]

Оксид	Массовая доля оксидов (%) во фракциях горелой породы (мм) по результатам анализа					
	рентгенофазового			микрорентгеновского		
	< 0,63	2,5-5	> 20	< 0,63	2,5-5	> 20
SiO <sub>2</sub>	51,6	56,48	60,4	57,77	43,94	39,34

Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	21,92	26,65	23,63	14,06	21,96	18,09
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,79	6,5	2,96	12,00	15,17	23,14
CaO	–	–	–	0,31	0,69	4,29
K <sub>2</sub> O	4,65	6,03	5,44	1,10	<b>4,28</b>	<b>2,36</b>
Na <sub>2</sub> O	1,04	0,27	–	0,31	<b>0,74</b>	<b>0,92</b>
MgO	–	–	–	0,73	<b>0,58</b>	<b>0,93</b>
SO <sub>3</sub>	–	–	–	1,18	<b>4,30</b>	<b>3,08</b>
TiO <sub>2</sub>	–	–	–	0,90	<b>1,53</b>	<b>1,22</b>
MnO	–	–	–	–	–	0,22
Модуль	Значение модулей для фракций горелой породы					
M <sub>o</sub>	–	–	–	0,012	0,016	0,065
M <sub>a</sub>	0,42	0,47	0,39	0,24	0,50	0,46
M <sub>c</sub>	1,73	1,70	2,27	2,22	1,18	0,95
M <sub>г.ж.</sub>	0,58	0,59	0,44	0,45	0,85	1,05

МОДУЛЬ АКТИВНОСТИ (M<sub>a</sub>)

$M_a = (Al_2O_3) : (SiO_2)$

СИЛИКАТНЫЙ МОДУЛЬ (M<sub>c</sub>)

$M_c = (SiO_2) : (Al_2O_3 + Fe_2O_3)$

ГЛИНИТНО-ЖЕЛЕЗИСТЫЙ МОДУЛЬ (M<sub>г.ж.</sub>)

$M_{г.ж.} = (Al_2O_3 + Fe_2O_3) : (SiO_2)$

#### Литература

Воробьев А.Е., Камчыбеков Д.К. Основные показатели угольной отрасли Кыргызстана // Труды Международной научной конференции «Наука и образование - ведущий фактор стратегии «Казахстан – 2030». Часть 3. КарГТУ. Караганда. 2011. С. 315-318.

Воробьев А.Е., Камчыбеков Д.К., Пихота А.Н., Таткеева Г.Г. Сырьевая база угольной отрасли Кыргызстана // Труды Международной научной конференции «Наука и образование - ведущий фактор стратегии «Казахстан – 2030». Часть 3. КарГТУ. Караганда. 2011. С. 322-324.

Воробьев А.Е. и др. Ресурсовоспроизводящие угольные технологии, реализуемые в террикониках // Ресурсовоспроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр. М., РУДН. 2011. С. 4-7.

Воробьев А.Е., Лоцев Г.В., Пихота А.Н. Будущее развитие угольной промышленности Кыргызстана // Ресурсовоспроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр. М., РУДН. 2011. С. 138-142.

Воробьев А.Е., Лоцев Г.В., Пихота А.Н. Современная сырьевая база угольной отрасли Кыргызстана // Ресурсовоспроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр. М., РУДН. 2011. С. 171-174.

Воробьев А.Е., Лоцев Г.В. Базовые показатели угольной отрасли Кыргызстана // Ресурсовоспроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр. М., РУДН. 2011. С. 177-179.

**КОМПЛЕКСНАЯ ПЕРЕРАБОТКА НИЗКОСОРТНЫХ УГЛЕЙ И ОТХОДОВ  
УГЛЕОБОГАЩЕНИЯ КУЗБАССА С ПОЛУЧЕНИЕМ ПРОДУКТОВ С  
ВЫСОКОЙ ДОБАВЛЕННОЙ СТОИМОСТЬЮ\***

*Черкасова Т.Г., Папин А.В., Неведров А.В., Черкасова Е.В., Семькина И.Ю.,  
Тихомирова А.В., Бобровникова А.А.*

ФГБОУ ВПО «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф.  
Горбачева», e-mail: ctg.htnv@kuzstu.ru

По добыче угля Россия занимает одно из первых мест в мире, при этом Кузбасс является самым крупным российским угольным регионом. Уголь, являясь одним из наиболее эксплуатируемых природных энергоносителей, в настоящее время чаще всего просто сжигается, в лучшем случае перед сжиганием подвергается простому механическому обогащению. Традиционное использование угля угрожает экологии региона: территория Кемеровской области перегружена отходами от сжигания угля, которых ежегодно образуется 150-160 миллионов тонн. Необходимо рассматривать уголь как комплексное сырье, в котором содержатся ценные химические элементы. Золошлаковые массы углей являются самостоятельными рудными месторождениями, находящимися на поверхности и не требующими расходов на их извлечение. Одновременно с ростом угледобычи растет объем обогащаемых углей, что обусловлено требованиями к качеству продукции. Это приводит к увеличению количества шламовых вод и угольных шламов в отстойниках и шламонакопителях, которые могут служить сырьем для получения товарных продуктов, получение которых дает экономический эффект. Вместе с тем, по ряду причин, качественная характеристика углей по зольности, влажности, гранулометрическому составу и содержанию серы ухудшается, что приводит к ухудшению экологической обстановки в регионе. Для решения этих проблем требуется разработка научных основ и создание нетрадиционной технологии комплексной переработки углесодержащих отходов.

Особенность разрабатываемой нами технологии заключается в обогащении угольных шламом методом масляной агломерации с применением отработанных масел для селективного разделения минеральной и органической частей углей при обогащении с получением концентрата для энергетики и коксования.

Минеральная часть углей и отходов углеобогащения содержит, в том числе, редкие, редкоземельные (РЗЭ) и рассеянные элементы. В России находится не менее 17-20% мировых запасов РЗЭ (второе место в мире), но добыча сырья составляет всего 2% от мировой и без реализации новых проектов упадет, в дальнейшем, еще ниже. Вместе с тем общеизвестно, что РЗЭ являются необходимым ресурсом для создания и развития современных высокотехнологичных производств. В углях Кузбасса имеется большое количество участков, содержащих промышленно значимые концентрации редкоземельных металлов. Совершенно не изученными на содержание металлов, в том числе редкоземельных, остаются шламовые отвалы обогатительных фабрик Кузбасса. Для РЗЭ чрезвычайно характерно их совместное нахождение в природных объектах, что обусловлено близостью их химических свойств вследствие близости атомных радиусов в результате «лантаноидного (4f) сжатия», что делает задачу их разделения чрезвычайно сложной. Нами исследованы на содержание химических элементов атомно- абсорбционным методом угли, шлаки и шламы разных регионов Кузбасса. На основе полученных данных разрабатываются методики их химического выщелачивания и обогащения с использованием различных реагентов с целью выделения редких металлов.

---

\* Работа выполнена в рамках проектной части государственного задания № 10.782.2014К Министерства образования и науки Российской Федерации.



## КАЧЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ И ХАРАКТЕРИСТИКА УГОЛЬНЫХ ТЕРРИКОНОВ

Воробьев А.Е.<sup>1</sup>, Джимиева Р.Б.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>РУДН, <sup>2</sup>СКГТУ, Россия

Горные породы, попадающие в террикон, образуются за счет проходки выработок по горному массиву (52%) и их ремонта (48%) [8].

Поэтому средний литологический состав терриконов отражает состав разрабатываемой угленосной толщи. Это аргиллиты (60-80%), алевролиты (10-30%), песчаники (4-10%), известняки (редко до 6%, обычно меньше), а также значительные примеси угля (5-20%).

Кроме того, терриконы содержат существенную долю техногенных материалов - деревянной крепи, металлических изделий, проводов пластика и пр.

*Таким образом, исходная масса* отвалов (терриконов) *состоит из:*

- глинистых пород;
- алевролитов;
- примеси кусков дерева (крепь);
- доломита;
- анкерита - окаменелое дерево (рис. 1);
- угольной мелочи;
- технического мусора.



Рис. 1. Окаменелое дерево из угольных терриконов [41]

Внутримикроагрегатные поры в глинах представлены большим числом межчастичных ультрамикропор со средней шириной 0,06 мкм и анизометричными тонкими межультрамикроагрегатными порами размером 0,24 мкм, составляющими 4—7 % измеренной пористости [Осипов]. В глинистых сланцах и аргиллитах эти поры полностью отсутствуют или их число резко сокращается.

Крупнодисперсную, высокоориентированную, преимущественно кристаллизационно-цементационную микроструктуру (табл. 1) имеют морские высоколитифицированные средние и легкие аргиллитоподобные глины, алевролиты, аргиллиты. Возраст отложений изменяется от позднеюрских J<sub>3</sub> до позднепротерозойских PR<sub>3</sub>. Все они имеют твердую консистенцию [Осипов]. Содержание глинистых частиц обычно не превышает 35 %, а в их составе преобладают смешаннослойные минералы и гидрослюда.

Прочность на сжатие рассматриваемых пород изменяется от 1,4 до 9,2 МПа, а

максимальная прочность на сдвиг — от 0,8 до 1,72 МПа. Модули упругости и общей деформации составляют соответственно 30—110 и 6—108 Мпа [Осипов]. Для пород характерен упругий характер деформирования с хрупким разрушением, что также подтверждается высокими значениями параметров  $\epsilon_y/e_0 = 0,72—1$  и  $t_{шахi}/t_{шiiпj} = 12—48$ . Рассчитанная прочность индивидуальных контактов между структурными элементами изменяется от  $10^{-7}$  до  $10^{-6}$  Н.

Породы не набухают в ненарушенном сложении и довольно слабо набухают в нарушенном. Все эти особенности позволяют говорить о наличии в таких породах преимущественно фазовых контактов кристаллизационной природы [Осипов].

Электронно-микроскопические исследования показали, что крупнодисперсная микроструктура алевролитов сформировалась в результате воздействия на глинистую породу, обогащенную обломочным материалом, процессов уплотнения, цементации и спекания [Осипов]. Эти процессы привели к тому, что основные структурные элементы представляют собой утолщенные до 10 мкм, вытянутые вдоль напластования линзовидные микроагрегаты с высокой ориентацией глинистых частиц и ультрамикроагрегатов.

Линзовидные микроагрегаты могут образовывать микрослои. Значительную роль в формировании микроструктуры этих пород играют обломочные зерна, имеющие удлиненную форму и ориентированные вдоль микрослоев глинистых микроагрегатов. Размер зерен по максимальной оси составляет 15—30 мкм (рис. 1).

Основная часть матрицы образована сгустками из перекристаллизованного кальцита неправильной формы [<http://www.lithology.ru>].

Среди сгустковой массы можно выделить комки кальцита изометричной и неправильной формы.

В отдельных участках матрицы встречены кристаллы кальцита ромбоэдрической или близкой к ней формы [<http://www.lithology.ru>].

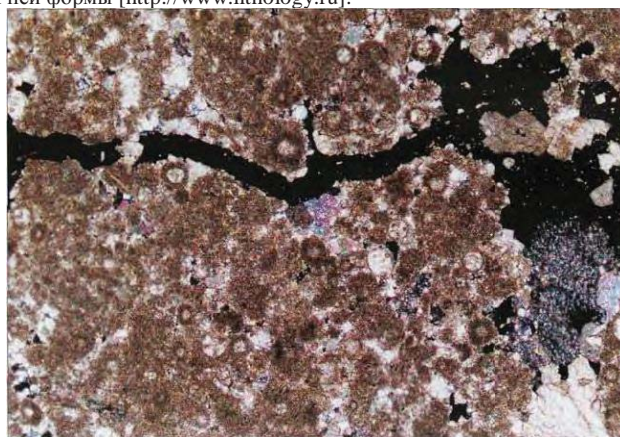


Рис. 1. Известняк водорослевый, сгустково-комковатый со сферами, перекристаллизованный [<http://www.lithology.ru>]

Исследуемая порода сложена на 60-65 % сгустками и комками пелитоморфного кальцита. Сгустки размером 0,13-0,5 мм, комки — до 1 мм [<http://www.lithology.ru>].

Сферы, сгустки и комки сцементированы кальцитом мелко-тонкозернистым, частично выщелоченным до 25 %. Наблюдаются крупные кристаллы кальцита (0,3-0,6 мм), которые частично заполняют пустоты выщелачивания [<http://www.lithology.ru>].

Поровое пространство (рис. 2) представлено, в основном, межформенными, реже

внутриформенными порами от 0,05-0,08 мм до 0,3 мм [<http://www.lithology.ru>]. Тонкие извилистые трещины с крупными полостями выщелачивания и неравномерной кальцитизацией.

Сгустки сложены практически нераскристаллизованным кальцитом [<http://www.lithology.ru>]. Комки овальной, изометричной и неправильной формы представлены тонко-мелкокристаллическим кальцитом. Мелкие кристаллы имеют форму, близкую к скаленоэдрической.

С увеличением размеров совершенство кристаллографических очертаний скаленоэдров возрастает.

Отдельные участки пор и каверн выщелачивания инкрустированы кристаллами вторичного кальцита.

Значительные примеси угля (5 – 20 % от общего объема отвалов) попадают в террикон в самом разном виде (рис. 4).

Каждая форма и тип угля попадающего в массив террикона (рис. 4) в дальнейшем определяет скорость и параметры самовозгорания и горения терриконов.

Угли месторождения Кызылкия бурые. Такой уголь при хранении на воздухе буреет и рассыпается в мелочь, отмечается повышенная склонность Кызылкийских углей к самовозгоранию.

В результате анализа отходов угледобычи на Кызылкийском месторождении, поступающих из горных выработок в терриконы, было установлено, что уголь и его сrostки с колчеданом в среднем составляет 9,3 %, а остальные 90,7 % - глинистые и песчаные породы (не содержащие горючих компонентов).

Пробы для анализа отбирались по крутому гребню террикона в направлении от подошвы к его вершине каждые 8-10 метров.

Как показали результаты анализа, из-за проявления эффекта сегрегации содержание горючих компонентов по внешнему, нисходящему гребню террикона варьировало от его подошвы к вершине в пределах от 3,47 % до 34,0 %.

Это обусловлено тем, что средневзвешенный размер кусков породы по указанным поясам уменьшался снизу вверх следующим образом - 180, 110, 60 и 25 мм.

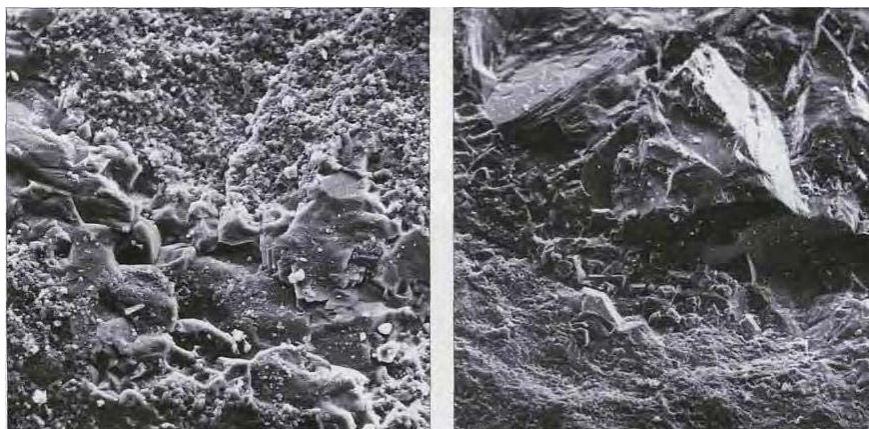


Рис. 3. Порода плотная, перекристаллизованная, состоит из кальцита, представленного сгустками, комками и кристаллами

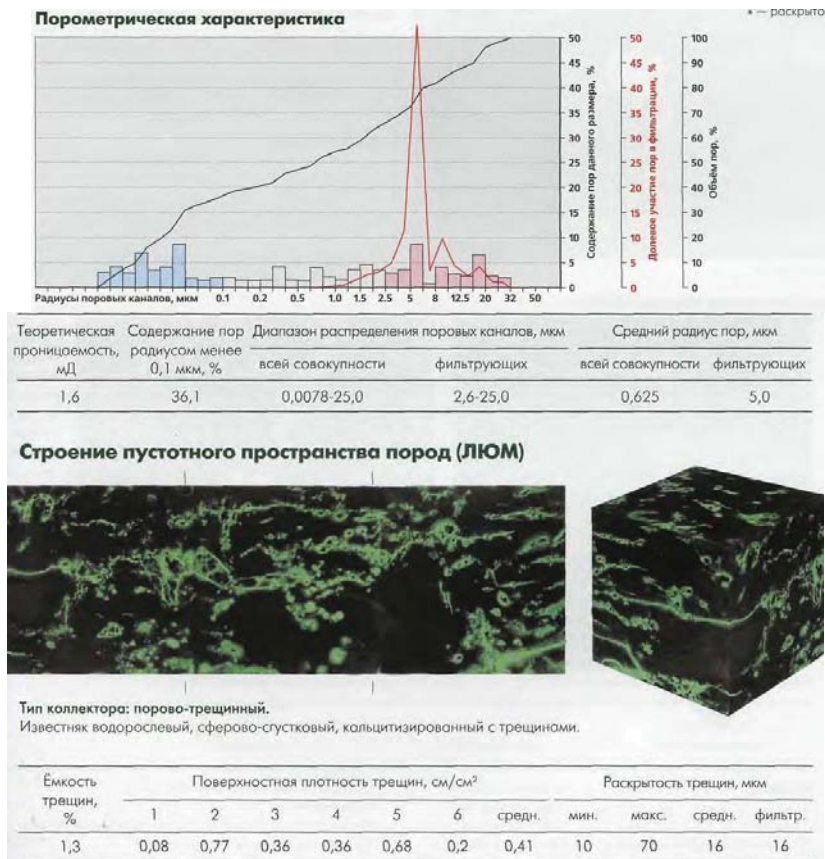


Рис. 3. Порода представлена сгустками, комками и кристаллами кальцита

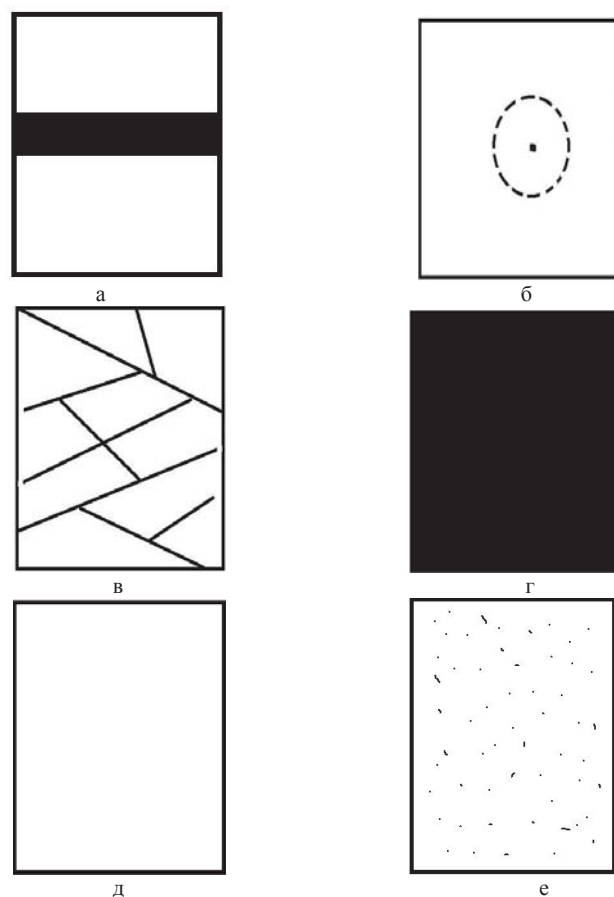


Рис. 4. Характер и распределения угольной мелочи в терриконах:  
а) тонкие прослойки угля и порода; б) уголь внутри породы; в) уголь в трещиноватом виде; г) пачка угля; д) пустая порода; е) уголь в рассеянном виде

Таблица 2

Вес и содержание горючих компонентов				
По высоте террикона, м	Размер проб, мм	Количество проб	Вес, кг	Содержание С <sub>орг.</sub> , %
0 - 10	110 - 180	36	5,7	3,47
10 - 20		24	4,2	
20 - 30		27	4	
30 - 40	60 - 110	25	4,2	< 18,4
40 - 50		24	3	
50 - 60	25 - 60	24	3,5	< 34
Итого		160	24,6	

При отсыпке терриконов происходит естественная гравитационная сегрегация

кусков породы, т.е. разделение отсыпаемых пород по размерам обломков и удельному весу. При этом наиболее крупные и тяжелые обломки концентрируются у подножья отвалов, а углистое вещество распределяется неравномерно [8].

Таблица 3

Гранулометрический состав двух фракций угля в % (согласно Lohrer, 2005)

Разме (µm)	Фракция А (%)	Фракция В (%)
<20	25.3	-
20-40	20.7	-
40-63	18	-
63-125	20	-
125-200	11	9.8
200-315	5	4.3
315-500	-	2.4
500-1000	-	10.1
1000-2000	-	60

Верхняя часть – мелкие фракции (глинистые). Подошва отвала – крупные фракции, а внутри этих фракций чередования крупнообломочных слоев со слоями мелочи.

Наименьшую зольность имеют породы в средней по высоте части отвала, к вершине и основанию она повышается. Отвальная масса изученных шахтных терриконов имеет зольность в пределах 57-99% (составляя в среднем 88,5%).

Содержание общей серы в отвалах колеблется от 0,01% до 10,9%. Влажность изменяется от 0,2% до 11,7%, составляя в среднем 3,4% [8].

Для сравнительной характеристики междуугольных пород были взяты результаты исследований количества и качества выдаваемых пород в южном Прокопьевско-Киселевском районе Кузбасса шахтами Черная гора, Северный Маганак, Южная, Байдаевская 1-2, Зырянская и Зиминка.

По минералогическому составу угленосные метаморфизированные породы представляют собой перемежающиеся разнотерристые песчаники, редкие и маломощные гравелиты и конгломераты, алевролиты и реже аргиллиты.

В результате проведенных наблюдений установлено, что угленосные породы, выдаваемые из шахт Кузбасса, неоднородны и состоят из двух разновидностей, смешанных примерно в следующем соотношении в %: чистые породы - 30-40; породы, смешанные с углем – 60-70.

#### Литература

Осипов В.И. Микроструктура глинистых пород // <http://www.teploaliance.com/bookinfo-osipov-v-i/osipov-v-i-mikrostruktura-glinistykh-porod-razdel2.html?start=57><http://www.teploaliance.com/bookinfo-osipov-v-i/osipov-v-i-mikrostruktura-glinistykh-porod-razdel-2.html?start=57>.

[http://www.lithology.ru/system/files/books/bagr\\_atlas/bagr\\_atlas\\_198-255.pdf](http://www.lithology.ru/system/files/books/bagr_atlas/bagr_atlas_198-255.pdf)

8. Проскурня Ю.А. Диссертационная работа на соискание степени кандидата геологических наук на тему: «Минералогия породных отвалов угольных шахт Донбасса (на примере Донецко-Макеевского промышленного района). ДонГТУ, Донецк, 2000. 165 с.

41. <http://ammonit.ru/foto/25401.htm>

Воробьев А.Е., Ысаков А.Ж., Камчыбеков К.Д. Основные предпосылки реструктуризации угольной отрасли Кыргызстана // Материалы международной конференции «Ресурсовоспроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр». Москва (Россия) – Котону (Бенин). М., РУДН. 2010. С. 191-193.

Воробьев А.Е. Современные предпосылки реструктуризации угольной отрасли

Кыргызстана // Материалы республиканской научно-технической конференции «Перспективы развития техники и технологии и достижения горно-металлургической отрасли за годы независимости республики Узбекистан». Навои. НГГИ. 2011. С. 38-39.

Воробьев А.Е., Пихота А.Н. Современная сырьевая база угольной отрасли Кыргызстана // Материалы республиканской научно-технической конференции «Перспективы развития техники и технологии и достижения горно-металлургической отрасли за годы независимости республики Узбекистан». Навои. НГГИ. 2011. С. 41-43.

Воробьев А.Е., Камчыбеков Д.К., Пихота А.Н. Реструктуризация угольной отрасли Кыргызстана на основе инноваций // IV межрегиональная научно-практическая конференция с международным участием «Инновации в угольной отрасли и экономике Кузбасса»: Сборник статей. Часть 1. КГТУ. Белово. 2011. С. 21-25.

### СИНТЕЗ И РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НАНОРАЗМЕРНОГО ФЕРРО-ХРОМО-МАНГАНИТА $\text{NdMg}_{0,5}\text{FeCrMnO}_{6,5}$

*Касенов Б.К., Касенова Ш.Б., Сагитбаева Ж.И., Сейсенова А.А.,  
Куанышбеков Е.Е.*

Химико-металлургический институт им. Ж.Абишева, Казахстан, Караганда

Синтез и исследование физико-химических свойств манганитов, хромитов и ферритов редкоземельных элементов, допированных оксидами щелочноземельных металлов имеет определенный теоретический и практический интерес в связи с их полифункциональными свойствами [1-5]. Следует отметить, что до настоящего времени исследовались в основном, как отдельные манганиты, так и отдельные хромиты и ферриты вышеуказанных металлов.

Определенный интерес вызывает сочетание манганитов, хромитов и ферритов в одном соединении, в виде как ферро-хромоманганитов и особенно получение их наночастиц.

В связи с вышеизложенными целью данной работы является синтез и рентгенографическое исследование наноразмерного ферро-хромоманганита  $\text{NdMg}_{0,5}\text{FeCrMnO}_{6,5}$ .

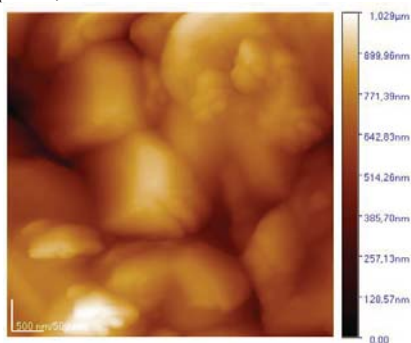
Из оксидов  $\text{Nd}_2\text{O}_3$  (марки «ос.ч.»),  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Mn}_2\text{O}_3$  и карбоната магния  $\text{MgCO}_3$ , (квалификации «ч.д.а.») твердофазным взаимодействием синтезирован ферро-хромоманганит неодима и магния  $\text{NdMg}_{0,5}\text{FeCrMnO}_{6,5}$ . Реагенты тщательно перетирались в агатовой ступке и отжигались в печи «SNOL» при температурах 800-1200 °С в течение 20 часов. Низкотемпературный отжиг проведен при 400 °С также в течение 20 часов.

Наноразмерные частицы получали измельчением его на вибрационной мельнице компании Retsch (Германия) марки «ММ301». Скорость от 3 до 30 Гц (180-1800 вибраций в минуту). Продолжительность измельчения 40 мин.

Размеры измельченных частиц устанавливали на электронном микроскопе JSPM-5400 Scanning Probe Microscope «JEOL». Режим обратной связи AC-AFM, режим измерения «Топография», тип кантелевера NSC35/AIBS, 7,5 nm фирмы «Mikromasch» (Япония). Ниже на рисунке представлена электронная микроскопия соединения.

Рентгенографическое исследование наноразмерных частиц ферро-хромоманганита проводили на дифрактометре ДРОН – 2,0. Условия съемки:  $\text{CuK}_\alpha$  – излучение, Ni-фильтр,  $U=30$  кВ,  $I=10$  мА, скорость вращения счетчика 2 об/мин, диапазон шкалы 1000 имп/с,  $\tau=5$ с,  $2\theta=10-90^\circ$ . Интенсивность дифракционных максимумов оценивали по 100 балльной шкале. Рентгенограмму наночастиц соединения индицировали аналитическим методом [7]. В таблице приведены

результаты индирования соединения. Индированием рентгенограммы установлено, что  $\text{NdMg}_{0,5}\text{FeCrMnO}_{6,5}$  кристаллизуется в кубической сингонии со следующими параметрами решетки:  $a=15,951\pm 0,054\text{\AA}$ ,  $V^0=4058,48\pm 0,16\text{\AA}^3$ ,  $Z=4$ ,  $V^0_{\text{эл.яч.}}=1014,62\pm 0,04\text{\AA}^3$ ,  $\rho_{\text{рент.}}=2,60\text{ г/см}^3$ .



Электронная микроскопия  $\text{NdMg}_{0,5}\text{FeCrMnO}_{6,5}$

Таблица - Индирование рентгенограммы наноразмерного ферро-хромоманганита  $\text{NdMg}_{0,5}\text{FeCrMnO}_{6,5}$

$J/J_0$	$d, \text{\AA}$	$10^4/d^2_{\text{эксп.}}$	hkl	$10^4/d^2_{\text{расч.}}$
10	4,866	422,3	311	433,8
20	3,862	670,5	322	670,5
8	3,07	1061	511	1065
10	2,968	1135	520	1144
100	2,726	1346	530	1341
32	2,538	1552	620	1578
12	2,444	1674	533	1696
17	2,218	2033	711	2012
12	2,099	2270	730	2287
30	1,928	2690	4820	2682
11	1,883	2820	660	2840
11	1,723	3368	920	3353
11	1,617	3824	940	3826
31	1,572	4047	772	4023
11	1,487	4522	953	4536
10	1,365	5367	10.6.0	5364
16	1,219	6729	13.1.1	6744

Таким образом, впервые твердофазным отжигом синтезирован  $\text{NdMg}_{0,5}\text{FeCrMnO}_{6,5}$ , получены его наноразмерные частицы, определены тип его сингонии и параметры решеток.

#### Литература

1. Летюк Л.М., Журавлёв Г.И. Химия и технология ферритов. Учеб. пособие для вузов. – Л.: Химия, 1970. – 256 с.
2. Касенов Б.К., Бектурганов Н.С., Мустафин Е.С., Ермагамбет Б.Т., Касенова Ш.Б., Давренбеков С.Ж., Сагинтаева Ж.И., Абильдаева А.Ж., Едильбаева С.Т., Сергазина С.М., Толоконников Е.Г., Жумадилов Е.К. Рентгенография, термодинамика и электрофизика двойных ферритов щелочных, щелочноземельных и редкоземельных



металлов. – Изд-во «Тенгри». – Караганда, 2012. – 110 с.

3. Касенов Б.К., Бектурганов Н.С., Мустафин Е.С., Касенова Ш.Б., Ермагамбет Б.Т., Сагинтаева Ж.И., Жумадилов Е.К. Двойные и тройные хромиты щелочных, щелочноземельных и редкоземельных металлов. – Караганда: «TENGRI Ltd», 2013. – 172 с.

4. Балакирев В.М., Бархатов В.П., Голиков Ю.М., Майзель О.Г. Манганиты: равновесие и нестабильные состояния. Екатеринбург, 2000. – 398 с.

5. Касенов Б.К., Бектурганов Н.С., Ермагамбет Б.Т. и др. Двойные и тройные манганиты щелочных, щелочноземельных и редкоземельных металлов / Караганда: «Тенгри», 2012. – 317 с.

6. Ковба Л.М., Трунов В.К. Рентгенофазовый анализ. – Изд-е 2-е. М.: Изд-во МГУ, 1976. – 256 с.

7. Воробьев А.Е., Гладуш А.Д. Импортзамещающие нанотехнологии в топливно-энергетическом комплексе России. М., РУДН. 2014. 158 с.

8. Воробьев А.Е., Кочофа Г.А., Малоков В.П., Лысенкова З.В., Капитонова И.Л., Мартин Зарума Торес, Чекушина Е.В., Ибрагимов Р. Каукунова А.С., Синченко А.В., Нарожный И.М., Трабелли Салим Нанотехнологии образования наночастиц // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Инженерные исследования. - №1. - 2015. - С. 123-128.

9. Воробьев А.Е., Кочофа Г.А., Малоков В.П., Лысенкова З.В., Капитонова И.Л., Мартин Зарума Торес, Каукунова А.С., Синченко А.В., Чекушина Е.В., Нарожный И.М., Ибрагимов Р. Становление современного рынка нанотехнологий // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Инженерные исследования. - №1. - 2015. - С. 129-137.

## МЕХАНОХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА СЕРЫ В ТИОСУЛЬФАТ НАТРИЯ

*Жарлыкасымова Д.Н.<sup>1</sup>, Буркитбаев М.М.<sup>1</sup>, Уралбеков Б.М.<sup>1</sup>, Уракаев Ф.Х.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы (Казахстан)

<sup>2</sup> Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН, Новосибирск (Россия)

Тиосульфат натрия имеет свойство разлагаться на сульфит натрия и серу. Впервые монодисперсные сферические наночастицы серы (наносера) были синтезированы из подкисленных растворов  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  в работах школы Ла Мера [1,2]. Широкий спектр полученных размеров наносеры, фаз и областей применения (основаны на ряде ее уникальных свойств - бактерицидные, противовирусные и противоопухолевые в медицине и биотехнологиях; пестицидные и фунгицидные в сельском хозяйстве; гидрофобные в строительстве; каталитические и аналитические в физикохимии; электрохимические в энергетике), смотрите [2-5]. Актуальность получения наносеры из тиосульфатов многократно возрастает и с имеющейся проблемой утилизации техногенной серы.

Известно много патентов и публикаций по получению тиосульфатов, в том числе и тиосульфата натрия, реакцией элементной серы с растворами сульфитов аммония, щелочных и щелочноземельных металлов с применением различных добавок и вариациями температуры проведения процесса. Однако ни в одном из них не были использованы методы механохимии. Нами были проведены работы по устранению этого недостатка с применением водохлаждаемой 2-х барабанной планетарной мельницы 2SL (Россия). В качестве механохимических реакторов были выбраны две фурнитуры:

(i) барабан из нитрида кремния объемом 80 мл и шаровая загрузка из карбида вольфрама диаметром 1 см в количестве 30 штук (твердость фурнитуры 9 по Моосу);

(ii) стальной барабан объемом 250 мл и комбинированная шаровая загрузка из нитрида кремния (диаметр шаров также 1 см, 30 штук) и карбида вольфрама (20 штук).

Для реакции  $S(\text{тв.}) + \text{Na}_2\text{SO}_3(\text{р-р}) \rightarrow \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3(\text{р-р})$  в суспензии был приготовлен водный раствор сульфита натрия с концентрацией 16.8 г на 100 мл раствора (его растворимость при 20°C равна 20.8 г/100 мл), 30 мл которого вводилось в реактор (i) и 150 мл в (ii) с эквимольными навесками серы: 1.28 г в барабан (i) и 6.41 г в (ii). В реакторы дополнительно вводился 25% раствор аммиака: 5 мл в барабан (i) и 15 мл в (ii).

Механическая активация (МА) суспензий проводилась при частоте вращения водила мельницы 350 об/мин в течение 35 минут. Полученная после МА суспензия фильтровалась, а фильтрат подвергался стандартной процедуре кристаллизации. Полученная кристаллическая фаза была изучена методами рентгенофазового (РФА) и термического анализа (ТА), а также йодометрическим титрованием (наиболее широко применяемый метод для количественного определения тиосульфат иона в растворах).

Результаты РФА и ТА полученных из фильтратов твердых фаз показали почти их полную тождественность фиксаналу пентагидрата тиосульфата натрия  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \times 5\text{H}_2\text{O}$ . Выход  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \times 5\text{H}_2\text{O}$  из реакторов превысил 90%: из барабана (i) он составил 93.8%, а из (ii) - 96.6%. Определенное йодометрическим титрованием содержание  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  в растворах полученных образцов твердых фаз составило не менее 98%.

Работа поддержана ПЦФ РК (договор № 586 от 07.04.2015).

#### Литература

1. La Mer V.K. Nucleation in phase transitions // *Ind. Eng. Chem.* 1952. 44(6). 1270-1277.
2. Urakaev F.Kh. Preparation, simulation and applications of monodisperse sulphur particles // *Int. J. Computational Materials Science and Surface Engineering.* 2011. 4(1). 69-86.
3. Suleiman M., Ali A.A., Hussein A., *et al.* Sulfur nanoparticles: Synthesis, characterizations and their applications // *J. Materials and Environmental Science.* 2013. 4(6). 1029-1033.
4. Массалимов И.А., Хусаинов А.Н., Зайнитдинова Р.М., *и др.* Химическое осаждение наночастиц серы из водных растворов // *Журн. прикл. химии.* 2014. 87(6). 705-710.
5. Roy Choudhury S., Goswami A. Supramolecular reactive sulphur nanoparticles: A novel and efficient antimicrobial agent // *J. Applied Microbiology.* 2013. 114(1). 1-10.

### ПУТИ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ СЕРЫ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ\*

*Массалимов И.А.<sup>1</sup>, Уракаев Ф.Х.<sup>2</sup>, Акмалаев К.А.<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> Башкирский государственный университет, Уфа, Россия

<sup>2</sup> Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН, Новосибирск, Россия

<sup>3</sup> Казахский национальный технический университет им. К.И. Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан

В концепции экологической безопасности Республики Казахстан на 2004-2015 годы ставятся задачи по сокращению объемов накопления промышленных и бытовых отходов [1]. Одним из путей рациональной переработки промышленных отходов является разработка методов утилизации серы с применением серосодержащих продуктов для практического применения в стройиндустрии. Улучшение строительно-эксплуатационных свойств керамики, бетона и железобетонных изделий гражданского

\* Работа поддержана ПЦФ РК (договор № 586 от 07.04.2015).

и промышленного назначения, а также разработка способов ускорения технологических процессов, в частности, повышение долговечности, прочности и коэффициента эффективности, являются важнейшими задачами, определяющими эффективность инвестиционных вложений в строительстве. Основной причиной деградации строительных конструкций является атмосферно-химический фактор. В связи с этим, актуальным является поиск новых высокоэффективных методов долговременной защиты строительных материалов и изделий, а применение для этой цели элементарной серы - попутного продукта переработки углеводородного сырья - позволяет одновременно решить и задачу ее утилизации.

Элементарная сера входит в пятерку наиболее широко используемых современной промышленностью химических продуктов. Однако, несмотря на огромные объемы использования серы современной промышленностью (только серной кислоты в мире производится более 200 млн. тонн в год, 60% которой производится из комовой серы) в настоящее время производство серы значительно превышает ее потребление. Существование такой диспропорции прогнозируется и в дальнейшем (по крайней мере, до 2020 г.). Это обусловлено производством попутной (регенеративной) серы при переработке постоянно возрастающих объемов серосодержащего углеводородного сырья (газ, нефть) и более глубокой очисткой от серы продуктов нефтепереработки, отходящих и дымовых газов коксохимических, металлургических и энергетических производств, что продиктовано ужесточением требований к защите окружающей среде. Между тем спрос на основные виды серной продукции стабилизировался, а в ряде направлений имеет тенденцию к уменьшению благодаря внедрению новых технологий.

Наиболее перспективными направлениями являются разработка новых, наукоемких серосодержащих материалов, цена которых заметно превышает цену самой серы как сырья, и расширение использования серы в нетрадиционных материалоемких отраслях. Хотя в результате многолетних интенсивных исследований свойств элементарной серы накоплен значительный фактический материал [2,3], необходимость разработки новых путей применения серы требует проведения дальнейших исследований ее характеристик с применением современной научной аппаратуры. Большие научные ожидания в этой области связываются с развитием нанотехнологий. Представляется весьма актуальной разработка методов использования хорошо известных ценных свойств серы, таких, как бактерицидность и гидрофобность, для наночастиц серы (наносера). Для решения этой задачи необходимо разработать способы получения наносеры методами, удобными для практического применения, определить морфологию, размеры и структуру образующихся частиц серы, изучить кинетические закономерности их изменения и возможности стабилизации наносеры с целью длительного хранения, и создать технологии получения функциональных препаратов различного назначения на ее основе.

На предприятиях нефтегазового комплекса Республики Казахстан накоплены значительные запасы элементарной серы, поэтому необходимо искать новые направления ее утилизации. Накопление серы на предприятиях нефтяного и газового комплекса, а также такие свойства серы как гидрофобность, бактерицидность, низкая токсичность и др., делают это вещество полезным для практических приложений. Области применения серы могут быть расширены путем ее получения в высокодисперсном состоянии методами механической активации и массовой нуклеации из водных растворов. Весьма перспективны для получения наночастиц серы растворы полисульфидов и тиосульфатов щелочных и щелочноземельных металлов. Оба способа основаны на свойстве ионов  $S_4^{2-}$  [4] и  $S_2O_3^{2-}$  [5] к трансформации в атомарную серу при уменьшении  $pH$  (разбавление или подкисление растворов) с образованием наносеры в виде кластеров молекул  $S_8$ , как правило, в орторомбической или моноклинной кристаллической структуре.

На основе полисульфидных композиций, созданных с применением методов

механохимии, были разработаны эффективные гидрофобизирующие составы для строительных материалов (бетона, кирпича и др.), позволившие существенно снизить (в 3-7 раз) водопоглощение, повысить на 40-70 % механическую прочность и в 1.5-2 раза морозостойкость. Исследования показали, что в процессе пропитки сера в молекулярной форме в составе раствора полисульфида кальция, благодаря низкой вязкости, попадает в мельчайшие поры материалов, а при высыхании раствора на внутренних стенах пор генерируется высокодисперсный гидрофобный слой серы с высокой адгезией к основе, препятствующий проникновению влаги. После сушки покрытие не растворяется в воде и большинстве других жидкостей, стойко по отношению к ряду агрессивных жидких сред.

Результаты проведенных работ указывают на высокую перспективность способа гидрофобизации методом пропитки материалов растворами на основе наносеры. Преимуществом предложенного метода также является возможность регулирования глубины и степени пропитки материала вариациями кратности и длительности обработки, а также плотности растворов. В конечном счете, эффективность предложенного метода гидрофобизации строительных материалов обеспечивается генерацией высокодисперсных частиц серы - наносеры - в поровом пространстве материалов в условиях изменения *pH*.

#### **Литература**

1. Концепции экологической безопасности Республики Казахстан на 2004 – 2015 годы. Указ Президента Республики Казахстан от 3 декабря 2003 года № 1241 // Казахстанская правда. 10 декабря 2003 года. С. 7-8.
2. Kutney G. Sulfur: History, Technology, Applications & Industry. - Toronto: ChemTec Publishing, 2013, 260 p.
3. Сангалов Ю.А., Карчевский С.Г., Теляшев Р.Г. Элементная сера. Состояние проблемы и направления развития. Сера, высокосернистые соединения и композиции на их основе. - Уфа: Изд-во ГУП ИНХП РБ, 2010, 136 с.
4. Массалимов И.А., Хусаинов А.Н., Зайнитдинова Р.М., Мусавирова Л.Р., Зарипова Л.Р., Мустафин А.Г. Химическое осаждение наночастиц серы из водных растворов // Журнал прикладной химии. 2014. Т. 87. № 6. С. 705-710.
5. Urakaev F.Kh. Preparation, simulation and applications of monodisperse sulphur particles (overview) // International Journal of Computational Materials Science and Surface Engineering. 2011. Vol. 4. № 1. P. 69-86.

## ГЕОЭКОЛОГИЯ, ЭКОЛОГИЯ; ЗАХОРОНЕНИЕ И ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ЖИДКИХ ОТХОДОВ В ЛИТОСФЕРЕ

---

### СТАНДАРТЫ РИСКОВЫХ ЕЕЕ-ПРЕДПРОЕКТОВ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ (ДЛЯ ГЕНЕРАЛЬНЫХ ПРОЕКТИРОВЩИКОВ И СОСТАВИТЕЛЕЙ ТЕХ-ЗАДАНИЙ)

*Бенцион Флейшман*  
World Cultural Council

**Проектирование «сверху –вниз».** Устойчивое развитие (УР) обеспечивает экономически сбалансированную экологическую безопасность внедрения новых технологий на глобальном, региональном, национальном и местном уровнях, поэтому проекты УР на всех уровнях носят междисциплинарный эколого- инженерно-экономический характер -- ЕЕЕ-проектов (Ecology, Engineering, Economic).

ЕЕЕ-предпроекты УР предназначены для дальнейшего их использования при большей детализацией и софтвер-хардверном насыщении в соответствующих ЕЕЕ-проектах.

Такая технология проектирования «сверху –вниз» направлена на обеспечение экономической оптимальности проектов, поскольку отдельная минимизация затрат на осуществление экологической и инженерной частей проекта не обеспечивает минимизации затрат на осуществление проекта в целом.

Заметим, что затраты на финансирование проектов УР составляет ощутимые части годовых бюджетов высокоразвитых стран и поэтому даже незначительные доли их сокращения в абсолютных значениях составляют миллиарды долларов.

**Экологический приоритет.** Достигается тем, что исходным параметром техзадания для ЕЕЕ-предпроектов является допустимый риск (вероятность гибели человека или биоты), возростание которого практически не допускается от внедрения новых технологий (техногенный риск задается на порядок меньшим допустимого).

Рассматриваются два типа ЕЕЕ-предпроектов: поискового, в том числе испутникового, мониторинга *аномалий* на поверхности Земли и природоохранных мероприятий по ликвидации последствий техногенных *стрессоров*. Аномалии могут быть как полезными (полезные ископаемые, скопления промысловой биоты и др.) так и вредными (пятна нефтяных разливов, техногенные отвалы пустоши и др.). Под стрессором понимается любой угнетающий человека или биоту фактор прямого (техногенные загрязнения) или опосредованного воздействия (например, ограничение воды или пищи), повышающий риск их гибели.

ЕЕЕ-предпроектирование доведено до стандартных методик, внедряемых в экспресс-режиме т.н. «Экскрининга», включающего блок-схемы, расчетные формулы и алгоритмы для оптимальных: мониторингового нониусного поиска и природоохранных мероприятий по нивилированию совместных воздействий нескольких стрессоров.

Использование методик ЕЕЕ-предпроектирования в рамках соответствующих проектов позволяет существенно снижать капитальные затраты на их осуществление и время их выполнения. Методики уникальны в мировой практике.

Научной базой ЕЕЕ-предпроектирование является вероятностная (рисковая) теория потенциальной эффективности (ТПЭ)[1, 2].

Стандартизация ЕЕЕ-предпроектов требует использования следующих исходных данных

для стандартных алгоритмов.

**Мониторинг** [1, параграфы 2.4 и 2.5], [2, часть 3], [3].

Стандартные кривые «плюс-минус характеристик» для алгоритма нониусного поиска аномалий на поверхности Земли при ограниченном объеме памяти.

**Природоохрана. Организм человека.** Анализ риска[4], [5]. Исходный параметр *допустимого* риска и стандартные кривые «доза- эффект» для критерия риска от комплексных воздействий стрессоров в ситуации мнимой экологической безопасности. Рассматриваются специфические стрессоры, такие, например, как буровые жидкости.

Управление риском[6]. Стандартные кривые «улучшение-стоимость» для минимизации суммарных затрат на проведение мероприятий по понижению риска комплексных воздействий до допустимого. Оцениваются экономические выигрыши по сравнению с неотримальным распределением затрат на отдельные природоохранные мероприятия.

**Надорганизменная биосистема (НОБС)** [ 7 ]. Стандартные кривые *Вольскиса* «широтного экологического оптимума» вида в его ареале. Минимальная популяция. Оценки риска совместного действия четырех стрессоров популяции. Неулучшаемые теоретические оценки динамической кривой НОБС. Допустимый риск для НОБС. Макро-, мезо-, и микро-уровни. Оценка времени существования НОБС. В качестве модельных НОБС могут служить высокогорные озера Киргизии.

**Природопользование** [2, пункты 3.4.3- 3.4.5], [7]. Адаптационный цикл. Стандартные кривые «запас- пополнение». Соответствующие теоретические кривые. Теоретические оценки оптимального промысла и «эффекта перелома». Модельное прибойное сообщество обростателей шотландских рифов.

**Специализированный банк данных для ЕЕЕ-предпроектв.**

Образуются Интернет –поиском из существующих данных с формулами пересчета и статистическими оценками их достоверности.

**Обработка и использование фрагментов ЕЕЕ-предпроектв.**

АН СССР(РФ) (1955-1968 гг). Институт радиотехники и электроники (ИРЭАН). Мониторинговая конверсия ПРО. (1968-1996 гг). Институт океанологии (ИОАН) Мониторинг и экоскрининг Океана с 3-мя рейсами на нис-караблях.

АН ЛитССР(Литвы) (1980-2004 гг.). В рамках программы ЮНЕСКО «Человек и Биосфера», проект 8б «Продуктивность вида в его ареале».

"Междисциплинарный Институт экологических проблем" (1994-1996 гг. ). В рамках проекта «Сахалин 1» по заказу компании «Экксон» с 2-мя рейсами на нис-караблях.

Клуб "Видение 21-го века"(Club «Vision of the 21st century» [8]) (2006 - 2015гг. ). Широкие Интернет-дискуссии (в том числе и теологические) по глобальным проблемам, включая проблемы УР. ( подробнее bentsionfleishman.info )

**Обучение**

Аспирантуры ИРЭАН и ИОАН(1960-1996 гг. ). Из около двух десятков успешно защитивших кандидатские диссертации аспирантов автора половина защитила впоследствии и докторские диссертации. Московский энергетический институт(1965-1996 гг. ). Лекции по фрагментам ТПЭ. Московский институт Электронного машиностроения (1994 г. ). Лекции по фрагментам ТПЭ. О-во "Знание" (1994-1996 гг. ). Параллельно в Москве и Санкт-Петербурге

99-часовые курсы повышения квалификации специалистов по экоскринингу. Московский физико-технический Университет ( 2011-2012 гг. ). 2-а семестровые курсы по экоскринингу для студентов 4-го и 5-го курсов .Смольный институт свободных искусств и наук. в Санкт-Петербурге(2009-2010 гг. ). Курс междисциплинарных знаний. Раздел элементов ТПЭ

Клуб "Видение 21-го века"(Club «Vision of the 21st century»[7]) (2012-2015 гг.). 10

вводных интернет - лекций экспресс-подготовки преподавателей экоскрининга интернет-факультета устойчивого развития ( подробнее [bentsionfleishman.info](http://bentsionfleishman.info) раздел Образование) .

#### **Литература**

1. Б.С.Флейшман.Элементы теории потенциальной эффективности сложных систем . Москва , Сов радио 1971(<http://lib.mexmat.ru/books/11730>) (второе издание . Ойкумена. Смоленск .2008 )

2. Б.С.Флейшман. Основы системологии. Москва , Сов радио 1982. (второе издание LuLu NY <http://www.lulu.com/shop/bentsion-fleishman/fundamentals-of-systemology/paperback/product-2393026.html>)

3. Б. С. Флейшман, Расчетные методы проектирования глобальных мониторинговых систем дистанционного обнаружения аномалий.Автоматика и вычислительная техника, Том 29, №2, 1994, (с. 11-30) (B. S.Fleishman. Calculation methods in the design of global monitoring systems for remote anomaly detection. Automatic Control and Computer Sciences, vol. 29, №2 ,1995 (pp. 11-30). Allerton Press, Inc. New York )

4. Флейшман, Критерии экологической безопасности в условиях неопределенности (экоскрининговый подход), Экоскрининг. Разработка основ стандартов экологической безопасности, Сборник №1 под ред. Н.Л.Петкевич и Б. С. Флейшмана. (Деп. в ВИНТИ от19. 12. 95 № 3401-В95), Москва, 1995 (с. 5-36)

5. В.В. Аникиев, Н.Л. Петкевич, Флейшман, Г.В. Мойсейченко Оценка экологической безопасности при штатном функционировании морского нефтедобывающего комплекса, Там же (с. 45-52)

6. B. Fleishman. Probabilistic Safety Criteria. In book: Probabilistic Safety Assessment and Management. PSAM 4. Vol. 4. (Proceeding of the 4-th Intern. Conf. 13-18 Sept. 1998, N Y City, USA) . Springer. New York, 1998 (pp. 2801-2806)

5. B. Fleishman Stochastic Theory of Complex Ecological Systems. In book: «Complex Ecology», chap. 6 (pp. 166-224) ,B. Patten, S. Jorgensen (ed) . Prentice Hall PTR, Englewood Cliffs, New Jersey 07632, 19956.

7. B. S. Fleishman. On prognosis of highly probable duration of species existance in its distribution area. (Proceedings of the 29-30<sup>th</sup> meeting of the International working grouh on the projekt «Species and its productivuty in the distribution area » for the UNESCO programme «Man and the Biosphere», Inst. of ecology Acad. Lithuania, Vilnius, 1992 (pp. 51-55)

8. Bentsion S. Fleishman. Club «Vision of the 21st century»,USA, New York

УДК 303.732 ,ББК 32.965я73 ,Systems Analysis in Engineering and Management: Proceedings of the

XVIII International scientific and practical conference: best papers of the conference. – SPb.: Publishing of Polytechnic University, 2015. – 204 p.( pp. 21-24)

### **КОНЦЕПЦИЯ КОЛЬСКОГО МЕЖДУНАРОДНОГО ЦЕНТРА ОБРАЩЕНИЯ С ВАО/ОЯТ**

*Самаров В.Н.<sup>1</sup>, Непомнящий В.З.<sup>1</sup>, Комлева Е.В.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>фирма «Лаборатория Новых Технологий», Москва, Россия, Калифорния, США

<sup>2</sup>Институт философии и политологии, Технический университет, Дортмунд, Германия

Цель: На основе междисциплинарного подхода и тенденции интернационализации усилий (<http://viperson.ru/wind.php?ID=678896>) объединить современные научно-технические решения, материаловедческие и горно-геологические, для повышения эффективности среднесрочной и долговременной

изоляции радиоактивных материалов от биосферы.

#### I. ГОРЯЧЕЕ ИЗОСТАТИЧЕСКОЕ ПРЕССОВАНИЕ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ КОНТЕЙНЕРОВ/ПЕНАЛОВ С ВАО/ОЯТ

а) Суть технологической идеи: применение освоенных в аэрокосмической промышленности методов и средств для герметизации и омоноличивания ВАО/ОЯТ; б) Варианты материала оболочки герметизируемых упаковок: - нержавеющей сталь; - карбид кремния; - алюминиевые сплавы.

#### II. ПЛОЩАДКИ РАЗМЕЩЕНИЯ ГАЗОСТАТОВ

Варианты: - РТП «Атомфлот», Мурманск; - «Дальние Зеленцы» (пос. Порчниха); - Центр кондиционирования и хранения РАО «Сайда-Губа», СевРАО; - База хранения ОЯТ/ВАО «Губа Андреева», СевРАО; - п. Никель/г. Заполярный, замещение выбывающей металлургической/обогажительной инфраструктуры ОАО «ГМК 'Норильский никель'», работы по обоснованию выполняются в рамках данной Концепции.

#### III. ПЛОЩАДКИ НАЗЕМНОГО ВРЕМЕННОГО СКЛАДИРОВАНИЯ КОНТЕЙНЕРОВ/ПЕНАЛОВ С ВАО/ОЯТ

Варианты: - Центр кондиционирования и хранения РАО «Сайда-Губа», СевРАО; - База хранения ОЯТ/ВАО «Губа Андреева», СевРАО;

#### IV. ПЛОЩАДКИ ПОДЗЕМНОГО ДОЛГОВРЕМЕННОГО ХРАНЕНИЯ/ЗАХОРОНЕНИЯ КОНТЕЙНЕРОВ/ПЕНАЛОВ С ВАО/ОЯТ

Варианты: - «Дальние Зеленцы» (пос. Порчниха), определена как наилучшая (но с излишними ограничениями: только для РАО гражданских объектов, без ОЯТ) по состоянию на 2000г. ([http://www.opec.ru/news.aspx?id=221&ob\\_no=86000](http://www.opec.ru/news.aspx?id=221&ob_no=86000)), проект NUCRUS 95410 программы TACIS, западноевропейский консорциум (фирмы SGN-ANDRA-ANTEA, Франция и Tractebel/Belgatom, Бельгия), ВНИПИЭТ и Горный институт КНЦ РАН; - «Печенга» (вблизи п. Никель и г. Заполярный), работы по обоснованию выполняются в рамках данной Концепции.

### ЛАНДШАФТНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И СТРОИТЕЛЬСТВЕ АЭС

*Хромых В.С., З.Н. Квасникова*

Национальный исследовательский Томский государственный университет  
Министерство образования и науки Российской Федерации

Современные ландшафтно-экологические исследования, для каких бы целей ни производились, направлены на выявление закономерных связей между компонентами природной среды и хозяйственной деятельностью человека. Основная задача ландшафтно-экологических исследований – изучение режимов воздействия производства на природные комплексы и ответные реакции ландшафтов на эти воздействия. Комплекс ландшафтно-экологических исследований положен в основу ландшафтно-экологического мониторинга, который представляет собой систему наблюдений, оценки и прогноза состояния природной среды. Реализация системы мониторинга является необходимым условием для правильной организации управления качеством окружающей среды и человеческой деятельностью. Она включает следующие основные направления деятельности: 1) наблюдение за факторами, воздействующими на окружающую природную среду, за состоянием среды; 2) оценку фактического состояния природной среды; 3) прогноз состояния окружающей природной среды и оценку этого состояния.

Основным объектом комплексного ландшафтно-экологического мониторинга являлись природные геосистемы территории проектируемой Северной АЭС.



Исследуемая территория расположена на правом берегу р. Томь выше впадения ее в р. Обь, в 60 км к северу от г. Томска. Территория исследования по особенностям рельефа подразделяется на две части. Восточная часть представляет собой повышенную холмисто-увалистую равнину, сложенную с поверхности элювиальными, озёрно-аллювиальными и лёссовидными суглинками, расчленённую оврагами, балками и долинами мелких рек. Палеозойский фундамент подходит близко к поверхности. Абсолютные высоты колеблются в пределах 100-160 м. Грунтовые воды лежат глубоко, болота отсутствуют. Поверхность покрыта берёзовыми и сосново-берёзовыми разнотравными лесами на серых лесных и дерново-подзолистых почвах. Проблему могут представлять эрозионные процессы, т.к. довольно значительная крутизна склонов благоприятствует их развитию. Это наглядно видно на примере молодых растущих оврагов, образующихся на склонах. С запада к холмисто-увалистой равнине причленяется комплекс надпойменных террас и поймы р. Томи. Рельеф здесь значительно более выровнен, на поверхности террас встречаются многочисленные мелкие западины. Небольшие депрессии представляют собой котловины выдувания, возможно, они имеют просадочное происхождение. Крупные депрессии, предположительно, имеют палеотермокарстовый генезис с эоловой моделировкой. Размеры депрессий меняются от 0,1 до 0,8 км, местами они заболочены.

В соответствии с особенностями рельефа в пределах территории исследования выделяются шесть типов геосистем типологического уровня местностей: гривно-ложбинный лесо-луговой поймы р. Томи; мелкогривистый берёзово-еловый долин притоков р. Томи; плосковолнистый болотно-лесной первой надпойменной террасы р. Томи и её крупных притоков; холмисто-западный боровой второй надпойменной террасы р. Томи; гривно-ложбинный лесоболотный ложбины древнего стока; пологоволнистый сосново-мелколиственный междуречной равнины.

Целью ландшафтно-экологического мониторинга являлась оценка, контроль и прогнозирование состояния ландшафтной структуры для разработки вариантов рационализации природопользования и экологического оздоровления среды обитания человека.

К организации и содержанию мониторинговых наблюдений предъявлялись строго определённые требования: 1) наблюдения носили комплексный характер (за геосистемами в целом и воздействующими на них факторами, как антропогенного характера, так и естественного); 2) слежение за состоянием геосистем носило систематический характер и было оперативным; 3) наблюдения проводились одновременно (и по одной программе) на территории, изменённой человеческой деятельностью, и фоновых участках (с ненарушенной природой).

Основной материал для решения перечисленных задач был получен в полевых условиях при непосредственном изучении объектов и явлений.

Для картографирования типов местности использовались результаты морфометрического анализа, геоморфологическая карта, карта-схема четвертичных отложений, космические снимки Ресурс-О и Тегга, а также материалы полевых исследований. Ключевыми параметрами дифференциации элементов долины были приняты относительная высота над урезом воды р. Томи и характер четвертичных отложений. Помимо геоморфологических описаний использовались и косвенные признаки: сгущения горизонталей на топокарте (за исключением логов и конусов выноса), характер гидросети (форма озёр, резкая смена направления и характера меандрирования малых рек), изменения спектральной яркости и цветовых оттенков на космических снимках. В результате была создана ландшафтная карта территории исследования.

Разработка и реализация системы ландшафтно-экологического мониторинга требует привязки и документирования, в связи с чем, возникла необходимость составления серии карт для обоснования сети наблюдений и контроля, экстраполяции

данных и показа оперативной информации о состоянии геосистем и экосистем. Была составлена базовая серия опорных сюжетов о начальном состоянии тех или иных параметров. Эта серия включает – схему природного районирования, среднemasштабную ландшафтную и крупномасштабные типологические ландшафтные карты на территорию мониторинга, а также карту способности геосистем к самоочищению. Всё это позволило создать основу оперативных карт, отражающих изменение показателей состояния геосистем, их способности к самоочищению и достижению определённых уровней техногенных нагрузок после определённых сроков наблюдений. В процессе исследования также создана большая серия аналитических и синтетических карт разнообразной тематики, но логически взаимосвязанных и в совокупности представляющих эколого-картографическую модель территории. Единство серии обеспечивается тем, что большинство карт строились на единой ландшафтной основе. В результате, все эти картографические произведения способны отражать изменения показателей состояния геосистем, их способность к самоочищению и достижению определённых уровней техногенных нагрузок после определённых сроков наблюдений.

В ландшафтном отношении к неблагоприятным условиям размещения можно отнести заболоченные участки, поймы рек, участки развития эрозионных процессов. Кроме этого, не рекомендуется размещать АЭС в ценных для жизни и хозяйственной деятельности людей природных комплексах. К ним на исследуемой территории относятся крупные участки кедровых лесов, сосновых массивов, участки с пашнями и городами.

На всей территории возможно проявление верховодки и пльвунов как в скважинах, так и в бортах строительных котлованов и на склонах рек. На всю изученную глубину (до 50 м) геологический разрез представляет собой единую песчаную и супесчаную водопроницаемую (грунтово-водонапорную) толщу. Реки и большинство озёр являются обнажённой частью грунтовых водонапорных систем. Высокая песчаность разреза при повышенной обводнённости пород при освоении территории может привести к усилению эрозионных, суффозионных, оползневых, пльвунных и других негативных инженерно-экологических процессов. В связи с этим рекомендуется застраивать лишь центральную водораздельную часть площадок с некоторой коррекцией их территориального размещения и конфигурации (с квадратной на протяжённую по водоразделу); сохранить и ландшафтно укрепить 50-100-метровую пока ещё устойчивую береговую зону рек; при прокладке линейных и других коммуникаций на склонах предусматривать локализацию (нейтрализацию) ливневых и других склоновых водных потоков; на мостовых переходах через реки необходимо особое укрепление склонов и берегов вблизи подъездных путей и пропускную способность дренажей на многолетний максимум расхода рек.

## **РАДИОАКТИВНОСТЬ И ПРОБЛЕМЫ ИЗОЛЯЦИИ РАДИОНУКЛИДОВ НА ГАЗОНЕФТЯНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ ДУЗЛАК (ЮЖНЫЙ ДАГЕСТАН)**

*Айтеков М.-П.Б., Газалиев И.М.*

Институт геологии Дагестанского научного центра РАН

Проблемы загрязнения окружающей среды нефтью и ее сопутствующими компонентами по времени возникновения связываются с началом добычи человеком первой нефти, полученной в середине XIX столетия. Локальное загрязнение почв и нефтяного оборудования настоящей проблемой в нефтяной геологии стало лишь с развитием методов и технологий добычи нефти и газа на месторождениях. В практике добычи нефти и газа имеются случаи, когда локальные загрязнения почв

радионуклидами, связанные с выпадением солей из пластовых и нефтяных вод в местах их сброса, приобретали более широкие масштабы в результате таких природных процессов как водная и ветровая эрозии почв, различные виды миграции вещества и ряда других.

Нами рассмотрена геоэкологическая обстановка на конкретной части площади (оконтурена коллекторно-дренажным каналом) газонефтяного месторождения Дузлак в Южном Дагестане и предложены меры по изоляции радионуклидов в целях предотвращения их миграции и засоления окружающей территории месторождения. Наличие в зоне двух крупных тектонических нарушений (Главный дербентский разрыв и разрыв Восточной антиклинальной складки) создает условия для восхождения минерализованных вод из глубоких горизонтов земной коры на дневную поверхность как естественным, так техногенным путем (при бурении), что весьма отрицательно сказывается на экологическом благополучии территории, загрязняя, в том числе, и радионуклидами. В 1951 г. на Дузлаке была начата промышленная разработка нефтяной залежи, которая продолжалась до 1979 года.

Рассматриваемый нами участок месторождения Дузлак изображен на космоснимке. Примечательностью участка является наличие на нём травертинового бугра (на снимке выделяется тёмным цветом) высотой 5 м., в средней части которого находится водоём с водой оранжево-жёлтого цвета.

Для сравнения травертинов из разных регионов приводим их химические составы по газонефтяному месторождению Дузлак и месторождению травертина Сары-Таш (Киргизия). По многим компонентам наблюдается существенная разница их содержаний, видимо, обусловленная геологическими условиями образования травертинов. Травертинам присуща слабая радиоактивность.

Отметим, что при использовании травертинов в строительстве по величине их удельной эффективной активности естественных радионуклидов устанавливается для них класс строительного материала по ГОСТ 30108-94, приложение А. Указанный показатель для месторождения Сары-Таш равен 110 Бк/кг (среднее значение), что соответствует строительному материалу I класса, когда материал может применяться во всех видах строительства. В свое время завод «Кыргызтоомаш» предложил России использовать травертин в строительстве олимпийского городка в Сочи. Для травертина из газонефтяного месторождения Дузлак упомянутый показатель равен 603 Бк/кг, что соответствует стройматериалу II класса, имея ограниченное применение в строительстве.

По определению С.Э. Мусаева травертиновые покровы являются «свидетелями» интенсивного излияния верхнемеловых вод на дневную поверхность. Подтверждая сказанное, указанный автор в другой работе отмечает, что вскрытие скважинами верхнемеловых известняков на площади Дузлак сопровождалось мощными фонтанами горячих и сильноминерализованных вод с дебитом до 10-20 тыс.м<sup>3</sup> в сутки с температурой 60-70°C. В то же время, некоторые авторы считают, что хадумский горизонт, фораминиферовая свита, мел и юра представляют собой единый водоносный горизонт.

Ранее проведённая нами на солончаковых почвах гамма-съемка показывает распределение радиоактивности на части площади Дузлак и даёт представление о радиационной обстановке объекта.

Из множества точек наблюдения, где на каждой проводилось трёхкратное измерение радиоактивности прибором СРП-88Н с выводом среднего значения, нами была отобрана партия проб для дальнейших лабораторных исследований. Лабораторные измерения проводились на гамма-спектрометре с использованием программного обеспечения «Прогресс».

Максимальные значения радиоактивности на солончаках составляют более 150 мкР/ч. В то же время на Дузлаке имеются отдельные участки, где показания прибора

фиксируют 355 мкр/ч, что составляет более чем 20-кратное превышение нормального радиационного фона (до 20 мкр/ч). Следует отметить, что участки с высокой радиоактивностью приурочены к зонам минерализованных вод изливающихся скважин. Обильное излияние одной из скважин иллюстрируется на космоснимке рассматриваемой нами части месторождения. За пределами коллекторно-дренажного канала, в некотором отдалении от зоны развития травертинов откартирован участок почвы с надфоновым содержанием радионуклидов, что свидетельствует о недостаточной эффективности коллекторно-дренажного канала по предотвращению миграции радионуклидов и других загрязняющих компонентов изливающихся пластовых и нефтяных вод.

Наряду с положительной функцией, коллекторно-дренажный канал в нашем случае выполняет и функцию отрицательную. Последнее заключается в том, что осушительная гидромелиорация рассматриваемого участка не препятствует, а даже способствует ветровой эрозии почв, в результате чего происходит засоление почв сельхозугодий, а именно, виноградников и пастбищ, примыкающих к площади месторождения.

В целях изоляции почв, загрязненных изливающимися из расконсервированных скважин высокоминерализованными водами месторождения Дузлак, нами предложены следующие меры:

1. На газонефтяном месторождении Дузлак имеется ряд скважин, расконсервированных в результате коррозии оборудования их устьев и стволов, что, в свою очередь, обусловлено разрушающим действием изливающихся высокоминерализованных пластовых и нефтяных вод. В случае невозможности ремонта указанных скважин предлагается произвести их ликвидацию, руководствуясь Инструкцией Госгортехнадзора России РД 08-492-02 от 22.05.02 г. №22. Ликвидация скважин производится по инициативе пользователя недр, других юридических или физических лиц, на балансе которых находятся скважины, или в случаях, установленных законодательством. Ликвидация скважин осуществляется в соответствии с проектной документацией в сроки, согласованные с территориальными органами Госгортехнадзора России.

2. Произвести покрытие компостом экологически проблемного участка почв месторождения Дузлак, используя экономически выгодное местное сырье. В качестве сырья рекомендуется создать компост, состоящий из смеси песка с низинным торфом. Следует отметить, что торф обладает высокой сорбционной способностью. Также микрофлора торфа обладает сильной деструктивной функцией и не требует значительного адаптационного периода при загрязнении почв нефтью и другими компонентами. Даже в свежезагрязненном торфе наблюдается 13-кратное увеличение численности углеводородокисляющих бактерий. В смеси с песком торф создаст более плотное покрытие, не подверженное естественному механическому разрушению. Для быстрого уплотнения покрытия приемлемым периодом для проведения работ является сезон с более высокой относительной влажностью воздуха (сезон дождей весной или осенью).

#### **Литература**

1. Перельман А.И., Воробьев А.Е., Кравченко С.М. и др. Геохимия ландшафтов России и радиогеоэкология // В кн.: Современные изменения в литосфере под влиянием природных и антропогенных факторов / Под ред. акад. В.И.Осипова. – М.: Недра, 1996. – С. 194-216.
2. Перельман А.И., Борисенко Е.Н., Воробьев А.Е., Кравченко С.М., Самонов А.Е., Левин В.Н. и др. Геохимия ландшафта и радиогеоэкология // Геохимия биосферы. I международное совещание. – Новороссийск, 1994. – С.40-41.

## ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ВОДОНЕПРОНИЦАЕМЫХ КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ПОРОД НА УЧАСТКЕ ПЕРСПЕКТИВНОГО ЗАХОРОНЕНИЯ ТВЕРДЫХ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ

*Озерский А.Ю., Караулов В. А.*

ОАО "Красноярская горно-геологическая компания"

В 2009-2012 гг. ОАО "Красноярская горно-геологическая компания" (ОАО "Красноярскгеология") принимало участие в комплексном геологическом изучении перспективного участка подземного строительства в южной (Ангаро-Канской) части Енисейского кряжа. Объектом исследований были монолитные практически водонепроницаемые архейские породы. Существенной частью комплексного изучения были гидрогеологические исследования, в которые входили поинтервальные откачки из глубоких (до 700 м) разведочных скважин и другие виды гидрогеологических исследований. Проведенные исследования позволили получить обширные оригинальные сведения по формированию подземных вод в водонепроницаемых кристаллических породах, в том числе в глубинной части гидрогеологического массива [1, 2, 4].

Изученный массив кристаллических пород находится в крайней юго-западной части Сибирского кратона. Массив образован интенсивно складчатыми нижнеархейскими гнейсами, пронизанными дайками долеритов и габбро-диабазов. Высокий уровень метаморфизма обуславливает большие прочность и крепость коренных кристаллических пород, уровень ослабления которых определяется только наличием трещиноватости. Мощность зоны открытой трещиноватости пород в изученной части массива не превышает 100 м, а ниже по разрезу трещиноватость пород незначительна.

Специфической особенностью изученного массива является преобладание в нем формально водонепроницаемых пород (согласно ГОСТ 25100-2011 «Грунты»), в которых коэффициенты фильтрации не превышают 0,005 м/сут. Тем не менее, по условиям обводненности, распространения и движения подземных вод на площади работ в массиве отчетливо выделяются следующие гидрогеологические подразделения (сверху – вниз): 1) локально слабодонасная зона экзогенной трещиноватости раннеархейских пород; 2) водонепроницаемая зона раннеархейских пород. Первая (верхняя) зона распространена до глубины 80...100 м и характеризуется наличием в общей водонепроницаемой толще слабодонасных участков, приуроченных как правило к эрозионным врезам. На локальных участках распространения слабодонасных пород первая зона практически не отличается от донасных зон трещиноватости, распространенных в других гидрогеологических массивах и, в основном, соответствует классическим представлениям.

Геофильтрационная среда второй (нижней) водонепроницаемой зоны достаточно разнообразна, однако проницаемость отдельных ее интервалов преимущественно обусловлена одним из видов коллекторов, по мере их значимости в общей водопропускной способности. По результатам испытаний можно выделить следующие типы коллекторов [3]:

**Нанопоровый коллектор**, с коэффициентами фильтрации ( $K_f$ ) порядка  $n \cdot 10^{-5} \dots n \cdot 10^{-6}$  м/сут, характерный для монолитных нетрещиноватых пород, проницаемость которых по видимому обусловлена межзерновыми интерстициями. Нанопоровый коллектор выявлен лабораторными испытаниями керна, но он не проявляется при фильтрационных испытаниях из-за крайне низкой проницаемости. При такой низкой проницаемости монолитные породы способны пропускать через себя воду только под действием достаточно больших перепадов давлений, превышающих 1 МПа. По изотопному составу поровые воды монолитных пород резко отличаются от инфильтрованных вод других коллекторов. Доля нанопорового коллектора в общем

обводнении массива не превышает одного процента.

**Нанотрещинный коллектор**, с  $K_f$  порядка  $n \cdot 10^{-4}$  м/сут, связанный с экзогенными трещинами и трещиноватостью, обусловленной напряженным состоянием массива. Нанотрещинный тип коллекторского пространства является преобладающим во всем изученном массиве, его доля составляет 93 % всех испытаний. Опытнo-фильтрационные работы показали, что в пределах всего участка от его поверхности до изученной глубины 700 м преобладающими являются водонепроницаемые породы со средним коэффициентом фильтрации около 0,0007 м/сут. При этом изученный участок недр не может рассматриваться как классический трещиноватый гидрогеологический массив, имеющий единую гидравлическую систему трещиноватости, в которой движение подземных вод подчиняется закону А. Дарси. Существенная часть движения подземных вод здесь происходит под влиянием капиллярных и вязкостных сил. В классических гидрогеологических массивах статические уровни подземных вод в смежных интервалах опробования должны быть близки, либо подчиняться общей закономерности. Напротив, в изученном массиве широко распространены разнонаправленные изменения уровней, достигающие десятки метров.

**Микротрещинно-жильный коллектор**, с  $K_f$  порядка  $n \cdot 10^{-3}$  м/сут и более, обусловленный развитием трещин выветривания, распространенным по отдельным контактам долеритов и гнейсов и редкими тектоническими разрывами. Этот коллектор имеет ограниченное распространение, его доля составляет около 6...7 %. Однако именно этот коллектор, при его наличии в зоне подземного строительства, в основном будет обуславливать обводнение подземных горных выработок. Водопроницаемость отдельных интервалов такого коллектора обычно превышает 0,3 м<sup>2</sup>/сут.

Проведенные исследования позволяют сформулировать следующие выводы в отношении гидрогеологической структуры глубинной части изученного кристаллического массива.

1) Архейские кристаллические метаморфические породы южной части Енисейского кряжа, формально считающиеся водонепроницаемыми, содержат небольшое количество гравитационных инфильтрационных подземных вод, а также нанопоровых вод неясного генезиса.

2) Гидрогеологическая структура водонепроницаемых кристаллических пород обусловлена совместным действием нанопорового, нанотрещинного и микротрещинно-жильного коллекторов. Геофильтрационный фон водонепроницаемых пород ( $K_f=0,0007$  м/сут) обусловлен преимущественно нанотрещинным коллектором.

#### **Литература**

1. Мальковский В. И. Оценка потенциального загрязнения геологической среды при подземном захоронении радиоактивных отходов на участке "Енисейский" Нижнеканского массива (Красноярский край) / В. И. Мальковский, А. А. Пэк, Б. Т. Кочкин, А. Ю. Озерский // Геоэкология, 2013, № 6, с. 483-490.

2. Озерский А. Ю. Гидрогеологические исследования при изысканиях для подземного строительства в пределах массива кристаллических пород в южной части Енисейского кряжа / А. Ю. Озерский В. А. Караулов, // Инженерные изыскания, 2012, № 11, с. 52-59.

3. Озерский А. Ю. Формирование подземных вод в практически водонепроницаемых архейских кристаллических породах в южной части Енисейского кряжа / А. Ю. Озерский В. А. Караулов // Фундаментальные проблемы гидрогеологии: Материалы Всероссийского совещания по подземным водам Востока России. – Якутск, Изд-во Института мерзлотоведения СО РАН, 2015. – С. 307-311.

4. Ozerskiy A., Karaulov V. Hydrogeological conditions of the archaean crystalline rock massif in the southern part of the Yeniseyskiy Ridge (Siberian Craton) / A. Ozerskiy, V. Karaulov // 10<sup>th</sup> International Hydrogeological Congress. Conference Proceedings. V.1. – Thessaloniki, 2014. – P. 597-603.

## РТУТЬ В КАУСТОБИОЛИТАХ: НАКОПЛЕНИЕ, ЗАХОРОНЕНИЕ И ГЕОЭКОЛОГИЯ

*Шпирт М.Я.<sup>1</sup>, Пуланова С.А.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Институт нефтехимического синтеза РАН, Москва

<sup>2</sup>Институт проблем нефти и газа РАН, Москва

В последние годы особое внимание уделяется оценке объемов экологически опасного загрязнения окружающей среды ртутью и ее соединениями, образующимися в результате добычи различных видов природного сырья и его переработки. Соединения ртути являются одними из наиболее экологически опасных среди соединений других потенциально токсичных элементов (ПТЭ), поступающих в окружающую среду при добыче и переработке горючих ископаемых.

По мнению многих исследователей [1-5], одним из существенных источников поступления соединений ртути в атмосферу являются продукты переработки углей и нефтей. Очевидно, объемы поступления ртути в окружающую среду во многом зависят от её содержания в исходном сырье, в том числе, в углях и продуктах переработки нефтей, и ее количества, не улавливаемых при добыче углей, нефтей и их переработке. Судя по данным экспериментальных исследований ртуть накапливается в продуктах переработки нефтей и углей, направляемых на промышленное сжигание.

Приведены оценки накопления ртути в каустобиолитах по сравнению с другими ПТЭ и показаны рассчитанные нами параметры, характеризующие степень обогащения каустобиолитов как на сухое вещество ( $Q_i$ ), так и на их золы ( $Q_i^A$ ) различными элементами [6]. Элементы, содержания которых выше кларков, называют типоморфными [7], т.е. характеристическими. Вследствие возможных ошибок определений микроэлементов (МЭ) в исследуемых объектах, вывод о их типоморфности сделан нами при  $Q_i > 1,4$ , а при  $Q_i^A > 2$  [6]. В каустобиолитах число типоморфных МЭ сравнительно невелико. В углях это Au, Se, Mo, Hg, Ge, As, горючих и черных сланцах, соответственно – Hg, Se, Re, Sc, Ce, Nb, Cs и Mo, Re, Ag, Hg, Se, Cs, U, Au, As, V, W, Zn. Гораздо большее число типоморфных МЭ выявляется в расчете содержаний на золу. Золой углей и нефтей отличаются максимальным количеством типоморфных МЭ. По количеству типоморфных МЭ каустобиолиты располагаются в следующей последовательности: нефти > угли > сланцы (горючие, черные). По сравнению с другими каустобиолитами, зола нефтей является наиболее богатой МЭ. Она отличается как числом всех типоморфных МЭ, так и количеством МЭ, характерных только для одного вида каустобиолита. Важно подчеркнуть, что ртуть является практически единственным элементом, типоморфным во всех видах каустобиолитов, причем степень её концентрирования в нефтях и углях очень высока, т.е. содержание ртути, как на сухое вещество, так и на золу каустобиолитов значительно превышает ее кларк в осадочных породах. Выявленное обстоятельство свидетельствует о широкой распространенности ртути в природе и важности оценки ее количества.

Выполненные исследования позволяют сделать вывод, что ртуть может присутствовать в нефтях в виде обладающих высокой летучестью высокодисперсных капель металлической ртути, как основной формы ее летучих соединений, диалкилов ртути, а также нелетучих сульфидов и химических соединений в асфальтенах, которые могут быть основным её компонентом в некоторых нефтях [2]. В газовой фазе ртутно-углеводородных месторождений (газа, нефти или газоконденсата), отличающихся очень высоким содержанием ртути, давление пара последней близко к насыщенному. В нефти обнаружена также самородная ртуть, ее амальгамы и минерал альтмаркит (Hg, Pb) [2].

По современным представлениям, ртуть в углях может быть представлена,

главным образом, металлической, химически связанной с органическим веществом, сульфидом (HgS), твердыми растворами HgS в FeS<sub>2</sub>, а также в некоторых образцах - комплексом K<sub>2</sub>S с хлоридом ртути (так называемая "калийхлоридная" ртуть).

Наибольшее число исследований по оценке поведения ртути при сжигании твердых и жидких топлив выполнено в США по программе защиты окружающей среды от опасного влияния соединений ртути.

Выполненные нами исследования [5] на опытном стенде показывают, что ртуть полностью переходит в газообразные соединения в высокотемпературной зоне топочного устройства. При использовании "сухих" методов со степенью золоулавливания  $\geq 99,5$  %, например, последовательно установленных батарейных циклонов и рукавных фильтров с температурой выброса в атмосферу очищенных газообразных продуктов сжигания  $\geq 110^{\circ}\text{C}$ , степени осаждения соединений ртути изменялись от 0 до 20-25 %.

Таким образом, авторами исследования суммированы основные данные по средним содержаниям ртути в углях и нефтях месторождений России и зарубежных стран и результаты исследований по формам её соединений в твердых и жидких горючих ископаемых. По различным оценкам среднее содержание ртути в нефтях изменяется в интервале от 0,001 до 2 г/т, а в углях – от 0,05 до 0,3 г/т. Рассмотрены факторы, обуславливающие широкий интервал оценок содержания ртути в нефти. Судя по средним содержаниям, угли и нефти существенно концентрируют ртуть по сравнению с осадочными породами и земной корой. Показано распределение ртути при обогащении, сжигании и газификации (коксовании) углей, а также при фракционировании нефти и сжигании коксов и мазутов. При переработке нефти ртуть в основном сосредотачивается в тяжелых фракциях – мазутах и коксах.

#### **Литература**

1. Kelly W.R., Long S.E., Mann J. L. // Anal. Bioanal. Chem. 2003. № 376. P. 753.
2. Wilhelm S.M., Liang L., Cussen D., Kirchgessner D.A. // Environmental Science and Technology. 2007. V. 41. № 13. P. 4509.
3. Wilhelm S.M. // Environmental Science and Technology. 2001. V. 35. № 13. P. 4704.
4. Шпирт М.Я., Рашевский В.В. Микроэлементы горючих ископаемых. М.: Кучково поле (серия «Библиотека горного инженера»). Т. 5. Кн. 4. 2010. 384 с.
5. Шпирт М.Я. // ХТТ. 2002. № 2. С.73
6. Шпирт М.Я., Пуанова С.А. // Доклады Академии наук. 2008. Т. 423. № 5. С. 674.
7. Юдович Я.Э., Кетрис М.П., Мерц А.В. Элементы-примеси в ископаемых углях. Л.: Наука. 1985. 239 с.

### **СОСТОЯНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО КАСПИЯ ТОКСИЧЕСКИМИ ВЕЩЕСТВАМИ**

*Кенжегалиев А.<sup>1</sup>, Суеинов Т.М.<sup>2</sup>, Кенжегариев С.Е.<sup>2</sup>, Серикбаев Е.Ж.<sup>2</sup>,  
Сарсенов К.К.<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Атырауский институт нефти и газа МОН РК

<sup>2</sup>Казахская академия региональное отделение МАНЭБ

В работе [1] приведены результаты исследования северо-восточной части Казахстанского сектора Каспийского моря на содержание биогенных элементов.

В данной работе приводятся результаты исследования водной толщи токсическими соединениями, т.е. тяжелыми металлами и суммарными углеводородами, фенолом и синтетическими поверхностно-активными веществами.

Во время летних исследований 2012 г. в частности в июле месяц в пробах морской воды были проанализированы на содержание 4 тяжелых металлов: меди (Cu),



никеля (**Ni**), свинца (**Pb**) и цинка (**Zn**).

Результаты анализов морской воды на содержание меди и цинка приведены в на рисунках 1 и 2 соответственно.

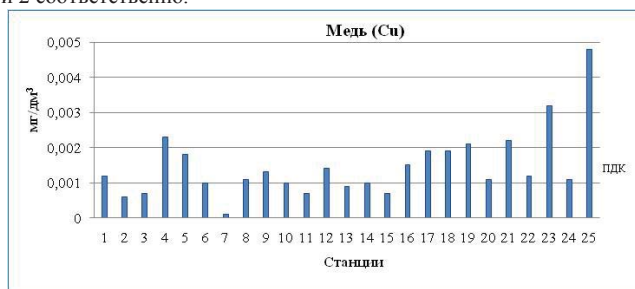


Рисунок 1. Содержание меди в воде Северо-восточного Каспия, июль 2012г.

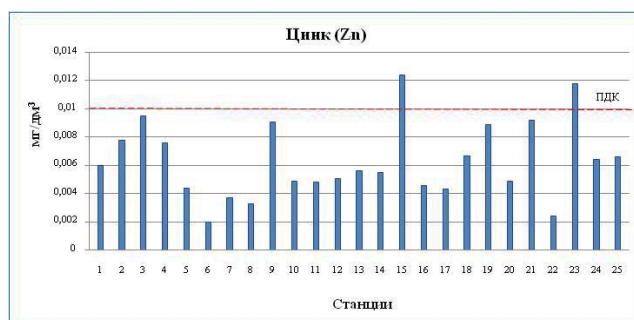


Рисунок 2. Содержание цинка в воде Северо-восточного Каспия, июль 2012г.

Концентрация меди во многих станциях выше ПДК для рыбохозяйственного, а содержание цинка кроме станции 15 и 23 оказалась ниже предельно допустимой концентрации.

Концентрации нефтепродуктов, фенолов и СПАВ в пробах, отобранных в июле 2012г. на станциях Северо-восточного Каспия в сравнении с ПДК, представлены в таблице.

Содержание нефтепродуктов в воде на всех исследованных станциях акватории в исследуемый период составляла  $0,03\text{мг/дм}^3$ , за исключением ст.9, где она составила  $0,04\text{мг/дм}^3$ , не превышали значений ПДК для рыбохозяйственного водоема ( $0,05\text{мг/дм}^3$ ).

Распределение нефтепродуктов на разных участках акватории северо-восточного Каспия летом 2012 года было неравномерным. Их повышенные концентрации летом 2012 года были отмечены в центральных районах акватории.

Среднее содержание фенолов в воде на всех станциях исследованного участка составило  $0,00014\text{мг/дм}^3$ . Максимальное содержание фенолов обнаружено на ст.9 (структура Кашаган) –  $0,00021\text{мг/дм}^3$  и на ст.15(юго-запад) –  $0,00018\text{мг/дм}^3$ . Минимальное содержание фенолов обнаружено на ст.11 –  $0,00012\text{мг/дм}^3$ . Максимальная концентрация фенола составила  $0,21\text{ПДК}$ .

Содержание СПАВ изменялось от  $0,029\text{мг/дм}^3$  (ст.2, 9, 13) до  $0,087\text{мг/дм}^3$  (ст.12), в среднем –  $0,040\text{мг/дм}^3$ .

Так же как вышеприведенные токсичные вещества, концентрации СПАВ были

ниже ПДК (0,1 мг/дм<sup>3</sup>) для рыбохозяйственных водоемов.

Таблица – Содержание нефтепродуктов, фенолов, СПАВ в воде Северо-восточного Каспия, лето 2012 г.

Станция	Концентрация, мг/дм <sup>3</sup>		
	Нефтепродукты	Фенолы	СПАВ
1	0,03	0,00014	0,031
2	0,03	0,00013	0,029
3	0,03	0,00014	0,055
4	0,03	0,00016	0,034
5	0,03	0,00014	0,033
6	0,03	0,00014	0,035
7	0,03	0,00013	0,042
8	0,03	0,00015	0,031
9	0,04	0,00021	0,029
10	0,03	0,00014	0,033
11	0,03	0,00012	0,046
12	0,03	0,00014	0,087
13	0,03	0,00014	0,029
14	0,03	0,00013	0,030
15	0,03	0,00018	0,032
16	0,03	0,00013	0,039
17	0,03	0,00013	0,032
18	0,03	0,00014	0,060
19	0,03	0,00013	0,032
20	0,03	0,00013	0,034
21	0,03	0,00014	0,032
22	0,03	0,00013	0,076
23	0,03	0,00013	0,041
24	0,03	0,00014	0,032
25	0,03	0,00013	0,054

#### Литература

Кенжегалиев А., Чердабаев М.Т., и др. Загрязнения севере восточного Каспия биогенными элементами. Материалы XIV Международной конференции Посвященной 20-летию Естественно-технического факультета КРСУ. Россия – Кыргызстан. 14-20 сентября 2015 г. с.

#### АВАРИИ НА НЕФТЯНЫХ ПЛАТФОРМАХ

*Воробьев А.Е., Плющиков В.Г., Тахир Мусса, Воробьев К.А.*  
РУДН, г.Москва, Россия

Современная разведка и разработка морских (шельфовых) нефтяных и газовых месторождений относится к сфере производственной деятельности повышенной опасности [Аварийность на морских], зачастую приводящая к авариям и катастрофам. Основными центрами морской добычи углеводородов на сегодня являются Северное море и Мексиканский залив.

Первые нефтяные морские платформы появились в конце 1950-х гг. у побережья Луизианы (США), где глубина моря, как правило, не превышала 180 м. В дальнейшем, плавучие платформы применяются при глубинах моря уже более 3000 м [Мельников].

В настоящее время в мире эксплуатируется или находится в стадии проектирования и строительства более 9,5 тыс. морских плавучих и опорных нефтедобывающих платформ различных типов [Мельников].

Буровые платформы – это довольно сложные и дорогостоящие конструкции. В ходе эксплуатации они подвергаются рискам со стороны стихийных бедствий (к примеру, ураганы), аварийных взрывов, пожаров или потери контроля над добычной скважиной, а также многие другие [Аварии на буровых].

Обычно аварии на нефтяных платформах представляют собой мгновенные выбросы нефти и газа (возникающие в процессе бурения газообразных и жидких углеводородов) из добычной скважины при попадании бурового инструмента в зоны с довольно высоким пластовым давлением, зачастую переходящие в взрывы (Фото 2) [Аварии на буровых].



Фото 2. Взрыв на нефтедобывающей платформе  
Фото: <http://www.atrinaflot.narod.ru>

Отличительными особенностями аварий на морских платформах являются скоротечность развития аварийных процессов, связанных с выбросом углеводородов и их горением в условиях весьма тесного размещения оборудования [Аварийность на морских].

Такие аварии случаются довольно часто, а по серьезности последствий с ними могут конкурировать только инциденты, возникшие при танкерной транспортировке нефти. Так, по подсчетам специалистов WWF, с 1975 г. на планете произошло около 60 серьезных аварий на морских нефтедобывающих платформах [Крупнейшие аварии].

В мировую историю освоения континентального шельфа вписан ряд аварий с катастрофическими последствиями, которые возникли вследствие недостаточного внимания к мерам по выявлению и смягчению угроз безопасности [Аварийность на морских]. Наиболее крупные аварии на буровых судах и платформах различного типа (полупогружных, погружных, передвижных или стационарных) за период 1979-2005 гг. приведены в табл. 1.

В 1969 г. разлив нефти с платформы Alpha Юнион Ойл продолжался 11 дней, но поступление нефти в канал Санта Барбара продолжалось еще несколько месяцев [Крупнейшие аварии]. Объем разлива - 80,000 баррелей нефти.

Таблица 1

Перечень наиболее крупных аварий на морских буровых судах и платформах  
[Аварийность на морских]

Дата и место	Вид аварии	Краткое описание аварии и основные причины	Число пострадавших, ущерб
25.11.1979 Китайское море	Затопление платформы	Во время буксировки в открытом море, буровая платформа «Бохай-II» попала в шторм (10 баллов). В результате затопления насосного помещения платформа перевернулась и затонула. Причина - нарушение правил транспортировки.	Погибло 72 чел. Ущерб - стоимость платформы
02.10.1980 Красное море	Неконтролируемый выброс нефти	Во время бурения на платформе «Рон Таппмейер» произошел неконтролируемый нефтяной выброс с последующим взрывом. Выброс в море нефти (~ 150000 т.) и мешков с сыпучими химреактивами.	Погибло 19 чел. Экологический ущерб до 800 000 \$ США.
15.02.1982 Побережье Канады	Затопление платформы	В штормовых условиях опрокинулась и затонула СПБУ «Ocean Ranger». Причина - недостатки конструкции, неподготовленность и неправильные действия экипажа, недостаточное количество спасательных средств.	Погибло 84 чел. Ущерб - стоимость платформы
27.03.1983 Северное море	Разрушение платформы, пожар, взрыв	В штормовых условиях произошло разрушение опор платформы «Александр Киелланд», с последующим взрывом и пожаром. Причины гибели персонала - повреждение спасательных средств.	Погибло 123 чел. Ущерб - стоимость платформы
25.10.1983 Китайское море	Затопление платформы	Во время прохождения тропического тайфуна буровое судно «Гломар Джава Си» сорвало с якорей и перевернуло. Судно затонуло.	Погиб 81 чел. Ущерб - стоимость платформы.
06.07.1988 Северное море	Взрыв, пожар, разрушение платформы	При эксплуатации газового месторождения на производственной палубе платформы «Pipef Alpha» произошел ряд взрывов, возник пожар. В результате платформа была разрушена.	Погибло 164 чел. Ущерб - стоимость платформы
15.03.2001 Атлантический океан, побережье Бразилии	Взрыв, разрушение платформы	В результате серии мощных взрывов произошло повреждение одного из понтонов основания нефтедобывающей платформы компании «Petrobras». Платформа затонула. В океан попало 125 тыс. тонн нефти.	Погибло 10 чел.
27.07.2005 Индийский океан	Столкновение с судном, пожар и разрушение платформы	Прибойная волна ударила в стоящее рядом с платформой вспомогательное судно, в результате чего оно врезалось в конструкции платформы. Возник пожар.	Погибло 49 чел.

В 1977 г. на платформе Экофиск компании Филипс Петролеум во время обслуживания рабочей скважины произошел разлив нефти и выброс газа, продолжавшийся 8 дней [Крупнейшие аварии]. Густой слой нефти бурого цвета разлился на площади в 700 км<sup>2</sup>. Его окружила более тонкая нефтяная пленка. Пятна загрязнения мигрировали, возникла опасность загрязнения побережий 3-х стран - Дании, Норвегии и Швеции. Огромное пятно загрязнения не достигло берегов указанных стран и не поразило районы мелководий - зону рыбных промыслов. Объем разлива составил 202381 баррелей.

Катастрофа на мексиканской платформе Ixtoc 1 произошла в июне 1979 г. в заливе Кампече, к западу от полуострова Юкатан [Крупнейшие аварии]. Здесь, вследствие внезапного нарушения циркуляции бурового раствора, возник перепад давления. В результате пары нефти и газа стремительно поднялись вверх, попали в двигатели платформы и загорелись. Платформа затонула, и нефть из скважины стала свободно поступать в залив. Заглушить скважину удалось лишь спустя 9 месяцев. Все это время в океан попадало от 10 до 30 тыс. баррелей в сутки. Локализовать разлив

удалось лишь спустя 90 дней. Объем разлива составил 3500000 баррелей.

В 1980 г. нефть, разлившаяся из скважины N 5 месторождения Фунива, загрязнила дельту р. Нигер [Крупнейшие аварии]. Нефть оставалась в дельте в течение 2-х недель, что также привело к пожару и последующей консервации скважины. Объем разлива составил 200000 баррелей.

В 1980 г. во время бурения установкой Рон Таппмайер (Hasbah Platform) из разведочной скважины N 6 произошел разлив нефти в Персидский залив, продолжавшийся 8 дней и унесший жизни 19 человек [Крупнейшие аварии]. Объем разлива составил 100,000 баррелей.

6 июля 1988 г. в результате ошибки технического персонала, занимающегося проверкой и заменой предохранительных клапанов, на нефтяной платформе «Пайпер Альфа» произошел взрыв и пожар [Пожар на нефтяной].

В течение 2 часов эта платформа была полностью обжата пламенем (Фото 1). Пламя достигало высоты 60 м и раскалило конструкцию платформы почти до состояния плавления. В 10:30 после очередного взрыва платформа рухнула в море и затонула.

В результате этой катастрофы погибли 173 погибших нефтяников, а компания «Оксиден петролеум» понесла ущерб в размере 3,4 млрд. долларов США [Пожар на нефтяной].



Фото 1. Пожар на нефтяной платформе «Пайпер Альфа»

Платформа располагалась в 200 км к северо-востоку от Абердина и служила центром управления нефтедобычей на всей нефтегазовой площади. Вес платформы «Пайпер Альфа» составлял 34000 т и она добывала до 160000 барр. нефти в сутки [Пожар на нефтяной]. Кроме того, сопутствующими продуктами добычи являлись нефтяные газы: бутан, метан и пропан.

На этой платформе находилась вертолетная площадка и жилой модуль для 200 нефтяников, работающих посменно.

В 2001 г. в 195 км от побережья Бразилии на крупном нефтегазовом морском месторождении затонула самая большая в мире нефтяная платформа. Спустя несколько часов после ухода этой платформы под воду, на месте катастрофы появилось нефтяное пятно площадью около 20 км<sup>2</sup>.

28 июля 2005 г. в результате пожара на нефтяной платформе в Индийском океане возле побережья Мумбаи погибли, по меньшей мере, 3 человека. Более 300 человек были спасены, а еще 45 до сих пор считаются пропавшими без вести.

В результате этого пожара была полностью уничтожена главная платформа Северного нефтяного поля, эксплуатация которой давала до 17 % всей нефтедобычи Индии: здесь добывалось около 100 тыс. баррелей нефти в день. Платформа принадлежала индийской государственной нефтяной компании Oil and Natural Gas Corp. Ltd. (ONGC).

Некоторые аварии и инциденты, произошедшие на морских буровых судах и платформах за последние годы, приведены в табл. 2.

Таблица 2

Перечень аварий на морских буровых судах и платформах, произошедших в 2007- 2009 гг. [Аварийность на морских]

Дата и место	Вид аварии / инцидента	Описание аварии / инцидента, основные причины и последствия
23.10.2007 Мексиканский залив	Штормовое столкновение, пожар	Штормовые ветры вызвали колебания платформы, что привело к удару о вершину клапана фонтанной арматуры соседней платформы. Произошла утечка нефти и газа, с последующим воспламенением. Погиб 21 человек.
24.05.2008 Северное море	Утечка нефти	На нефтедобывающей платформе «Статфьорд А» произошла утечка нефти. Были эвакуированы 156 человек. Часть нефти попала в море.
15.06.2008 Северное море	Пожар на платформе	На норвежской нефтедобывающей платформе «Озеберг А» произошел пожар. Сразу же после возгорания четыре вертолета эвакуировали с платформы 311 нефтяников. Пожар удалось локализовать.
17.09.2008 Средиземное море	Технические неполадки	На платформу упала труба, которую должны были опустить в море. Погибли 3 человека.
31.10.2008 Северное море	Утечка нефти	На нефтедобывающей платформе «Heather Alpha» произошла утечка нефти. С платформы были эвакуированы 56 человек, немногим более тридцати остались на платформе для устранения последствий аварии. Возгорания не произошло.
24.03.2009 Шельф о. Сахалин	Утечка нефти	В результате сбой в работе одного из узлов на морской платформе "Моликпак", добывающей нефть на сахалинском шельфе в рамках проекта "Сахалин-2", на лед, окружающий платформу, попало 165 литров углеводородов. Последствия аварии были ликвидированы оперативно, загрязнение моря не произошло.
26.05.2009 Гвинейский залив	Нападение на платформу	Сотрудники службы безопасности нефтяной платформы компании Total отразили нападение нигерийских боевиков на скоростной лодке.
01.11.2009 Тиморское море	Пожар на платформе	У северо-западного побережья Австралии произошел пожар на нефтяной платформе тайландской компании PTT Exploration & Production. Пожар начался во время работ по ликвидации утечки нефти. Никто из рабочих на платформе не пострадал. Утечка нефти была обнаружена 21 августа; за этот период в море вылилось более 28 тысяч баррелей сырой нефти.

Взрыв нефтяной платформы Deepwater Horizon (Фото 2) — авария, произошедшая

20 апреля 2010 г. в 80 км от побережья штата Луизиана в Мексиканском заливе при разработке месторождения Макондо. В момент взрыва на этой платформе погибло 11 человек персонала и пострадало 17 человек из 126 человек, находившихся здесь на вахте. В конце июня 2010 г. появились сообщения о гибели ещё 2 человек, при ликвидации последствий этой катастрофы.



Фото 2. Тушение пожара на платформе Deepwater Horizon

Разлив нефти в Мексиканском заливе, произошедший после взрыва на нефтяной платформе Deepwater Horizon, стал самой масштабной экологической техногенной катастрофой подобного характера в США [Крупнейшие аварии]. Так, нефтяное пятно угрожало 3-м штатам: Луизиане, Флориде и Алабаме. Эту катастрофу считают самой крупной в истории США. СМИ окрестили эту катастрофу "Нефтяным Чернобылем", что вполне оправданно [Нефтяные катастрофы].

Полупогружная нефтяная платформа Deepwater Horizon предназначалась для сверхглубоководного бурения и была построена южнокорейской судостроительной компанией Hyundai Heavy Industries по заказу R&B Falcon, которая в 2001 г. вошла в состав Transocean Ltd.

Нефтяная платформа Deepwater Horizon была заложена 21 марта 2000 г. и спущена на воду 23 февраля 2001 г.

Платформа Deepwater Horizon была сдана в 2001 г. в аренду ВР на 3 года (впоследствии срок аренды неоднократно продлевался) и в июле 2001 г. она прибыла в Мексиканский залив.

19.08.2011 г. в результате аварии на нефтяной платформе компании Petrobras в Атлантическом океане (на юго-востоке Бразилии на шельфе штата Эспириту-Санту) получили ранения 3 человека. В результате взрыва и пожара была повреждена нефтяная скважина и нефть начала поступать в открытый океан.

27.02.2012 г. в Охотском море перевернулась буровая платформа "Кольская", на борту которой находились 67 человек. Платформа "Кольская", которую буксировали с Камчатки на Сахалин, перевернулась во время сильного шторма в 200 километрах от Сахалина. В результате эта установка полностью ушла под воду. Из 67 человек, находившихся на борту, были спасены только 14.

Затонувшую буровую установку обнаружили 30 сентября 2012 г., на глубине более 1 километра. Работы по ее поиску выполнялись с борта судна специального назначения "Кендрик" (Фото 3) морскими инженерами московского ОАО "МРТС" и петербургского ООО "Фертоинг".



Фото 3. Судно специального назначения «Кендрик»

Подводные видеосъемки (для выполнения подводно-технических работ на глубинах до 3-х километров в распоряжении российских морских инженеров имеется телеуправляемый аппарат TRITON XLX 150HP, обладающий восемью телекамерами высокого разрешения и двумя мощными манипуляторами) показали, что платформа получила серьезные повреждения (Фото 4).



Фото 4. Кадры подводной видеосъемки буровой платформы «Кольская»

На полученных кадрах видно, что платформа оказалась сильно деформированной. Это связано с тем, что она заполнялась водой не так быстро, как тонула. И давление снаружи было больше, чем внутри установки.

Давление на глубине более 1 км составляет 100 атмосфер. И кроме этого Кольскую буровую платформу вдавило в донный грунт на 4-е метра.

Утром 7 ноября 2012 г. аварийная ситуация случилась на буровой платформе Floatel Superior, которая принадлежит компании Statoil [Авария на нефтедобывающей]. Норвежским Бюро по надзору за безопасностью в области нефтедобычи (PSA) ситуация была определена, как «критическая».

В процессе эксплуатационных и ремонтных работ, осуществляемых на этой платформе, оказалась поврежденной одна из балластных цистерн, в связи с чем судно



накренилось примерно на 4-5° (Фото 5).



Фото 5. Авария на морской платформе Thunderhorse stuff

Буровые работы в момент аварии не проводились и поэтому разлива нефти не последовало. 334 сотрудника в целях безопасности были эвакуированы вертолетами, а 40 человек персонала остались для проведения аварийных работ [Авария на нефтедобывающей]. Платформа, построенная в 2010 г., была оттранспортирована на берег.

25 марта 2012 г. на морской платформе "Элгин" (Фото 3), расположенной в британском секторе Северного моря в 240 км от шотландского города Абердин, произошла крупная утечка природного газа [Авария на].

Эта платформа принадлежит крупной французской нефтегазодобывающей компании Total. Авария создала серьезную угрозу для безопасности людей и окружающей среды: облако взрывоопасного газа окутало всю платформу, а попавший в море газовый конденсат образовал крупное масляное пятно на водной поверхности [Авария на].

Во избежание катастрофы, работа на этой платформе была приостановлена, а 238 рабочих были своевременно эвакуированы.

На нефтяной платформе (расположенной в Мексиканском заливе, у берегов штата Кампече на юго-востоке Мексики), принадлежащей нефтяной госкорпорации Petroleos Mexicanos (PEMEX), в апреле 2015 г. возник пожар (Фото 1).

Около 300 рабочих были эвакуированы. Данные о пострадавших разнятся: по сообщениям Bloomberg - их 32 человека, местные СМИ передают, что 15 человек получили травмы разной степени тяжести и были госпитализированы. Издание Canal N сообщает, что, вероятно, могли погибнуть 3 человека.

Как видно из вышеприведенных данных, аварии на морских буровых платформах могут сопровождаться значительными человеческими жертвами, вследствие термического воздействия пожара и токсического воздействия продуктов горения на персонал (в силу ограниченности территории платформы и трудностей эвакуации) [Аварийность на морских].



Фото 3. Морская платформа Элгин (Elgin) компании Total  
(Источник: Total)



Фото 1. Пожар на нефтяной платформе Ретех тушат восемь специализированных судов

#### **Литература**

Аварии на буровых платформах // <http://xrl.ru/news/show/134.htm>.

Аварийность на морских нефтегазодобывающих платформах // [http://riskprom.ru/publ/avarijnost\\_na\\_morskikh\\_neftegazodobyvajushhikh\\_platformakh/34-1-0-130](http://riskprom.ru/publ/avarijnost_na_morskikh_neftegazodobyvajushhikh_platformakh/34-1-0-130).

Авария на морской платформе Total // [http://www.oilcapital.ru/upstream/context/avariya\\_na\\_platforme\\_total.html](http://www.oilcapital.ru/upstream/context/avariya_na_platforme_total.html).

Авария на нефтедобывающей платформе в Норвежском море // <http://www.03clinic.ru/medicinskie-novosti/biznes/avariya-na-neftedobivayushei-platforme-v-norvejskom-more.html>.

Анализ риска аварий на опасных производственных объектах морских нефтегазовых месторождений // М.В. Лисанов, В.В. Симакин. Материалы II Международной конференции ROOGD-2008 «Освоение ресурсов нефти и газа российского шельфа: Арктика и Дальний Восток», 17-18 сентября 2008 г. С. 93-94.

Анализ рисков открытого фонтанирования при бурении скважин и эксплуатации нефтегазодобывающих платформ континентального шельфа на стадии проектирования. ОАО «ЦКБ «Коралл» Чулков А.Д., Руденко С.В. Материалы научного семинара

«Промышленная безопасность. Современные методы анализа техногенного риска в работах молодых ученых», НТЦ «Промышленная безопасность», 22 ноября 2004 г.

Крупнейшие аварии на морских платформах, приведшие к разливам нефти // <http://ecportal.su/news.php?id=46652>.

Мельников А.В., Сафонов В.С. Методологические аспекты обоснования показателей взрывопожароустойчивости при авариях на морских платформах // Вести газовой науки. Выпуск № 3 (14). 2013.

Нефтяные катастрофы за последние 20 лет // <http://www.iarex.ru/news/4442.html>.

Пожар на нефтяной платформе «Пайпер Альфа» // <http://www.primenews.com.ua/technogenne/pozhar-na-neftyanoj-platfome-pajper-alfa.html>.

Экология - аварии танкеров и нефтяных платформ // <http://nm.novomor.com/disaster.htm>.

### **ОЦЕНКА СОВМЕСТИМОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД С ПЛАСТОВЫМИ ВОДАМИ И ГОРНЫМИ ПОРОДАМИ НА КАРАЧАГАНАКСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ**

*Завалей В.А., Жумадилов Н.И.*

Казахский национальный технический университет им. К.И. Сатпаева, Алматы, Казахстан

Эксплуатация глубокозалегающих горизонтов в целях захоронения промстоков должна быть рассчитана на продолжительное время и предусматривает независимо от режима закачки (постоянного или периодического) заполнение фильтрующего пространства пород сточными водами и оттеснение пластовой воды по пласту. При этом формируются гидрогеохимические системы: «сточные воды - пластовая вода», «сточные воды - пластовая вода - порода», «сточные воды - порода», в которых протекают физико-химические процессы между жидкой и твердой фазами (растворение и выщелачивание, окислительно-восстановительные реакции, катионный обмен, сорбция, десорбция, деятельность бактерий в анаэробных условиях, набухание). Все это ведет к изменению фильтрационно-емкостных свойств пород: растворение и выщелачивание способствуют их улучшению; осадкообразование, коагуляция и набухаемость пород - ухудшению, влияние ионного обмена зависит от состава сточных вод, пластовой воды и поглощенных катионов породы.

Условием полного отсутствия коагуляции является химическая и физико-химическая совместимость сточных вод с пластовой средой.

#### ***Экспериментальные методы исследования совместимости сточных вод с пластовыми водами и горными породами пласта-коллектора***

Керн отбирался из вновь пробуренной скважины нагнетательной скважины в объеме 100м. Отбор производился из 4-х интервалов, приуроченных к нескольким объектам, выделенным в пределах будущего коллектора.

Пробы пластовой воды для лабораторных анализов и экспериментов на совместимость отбирались из скважины после проведения предварительной откачки для очистки забоя и ствола скважины от бурового раствора.

Для исследования совместимости воды в поровой среде, пробы воды отобраны с глубин: 2242.23; 2330.38; 2330.86 и 2333.20м. Испытания показали значительное снижение проницаемости при фильтрации сточной воды через образец керна.

#### ***Результаты и рекомендации***

Проведенные исследования совместимости реальных промстоков и воды из балки Кончубай с пластовыми водами показали:

– в условиях пласта-коллектора подземные воды совместимы при смешении в

любой пропорции с очищенными промышленными стоками и водой из балки Кончубай по отношению к карбонату кальция и сульфатам кальция и стронция. Однако, уже при 10% промстоков в смеси «стоки – подземные воды» выпадение бикарбонатов происходит при содержании бикарбонатов в сточной воде в количестве 120 мг/л. При смеси, содержащей 30-50 % промстоков, выпадение бикарбонатов в осадок происходит при содержании их в стоках в количестве 60-70 мг/л. В среднем количество карбоната кальция, выпадающего в осадок, составляет приблизительно 60кг на 1 м<sup>3</sup> закачиваемой воды;

– смеси пластовых вод с промстоками в поверхностных условиях при различных температурах (0 °С; 8 °С и 20 °С) и давлениях (60; 100 и 170 кг/см<sup>2</sup>) устойчивы по отношению к карбонатам кальция, сульфатам кальция и стронция. Эти воды имеют слабую тенденцию к выпадению в осадок сульфатов бария. Максимальное количество осадка составляет 0,97г на 1м<sup>3</sup> сточных вод и 0,45г на 1м<sup>3</sup> воды из балки Кончубай. Риск образования накипи здесь также пренебрежимо мал;

– для минимизации проблем по эксплуатации нагнетательных скважин необходима предварительная очистка подлежащих закачке вод от нефтепродуктов, взвешенных веществ, а также использование средств, препятствующих образованию накипи.

–в процессе прокачки через керн модельного соляного раствора пластовой воды с различной скоростью не происходит перемещения мелких частиц породы, содержащихся в керновом материале;

–прокачка через керн соляного раствора с меньшей минерализацией, чем пластовые воды, привела к образованию тонкого слоя карбонатного осадка на торце керна; никакого влияния на минеральную структуру глинистых пород не наблюдалось. Перемещения мелкодисперсных частиц также не отмечено. Карбонатный осадок проник в керн только на несколько сотен микрон и был легко удален слабой кислотной обработкой;

–в результате циркуляции бурового раствора через образец керна происходит снижение его проницаемости. Однако она легко восстанавливается после проведения кислотной обработки (10 % HCl);

–при прокачке воды с диспергированной в ней нефтью (около 20 частей на тысячу) через образец керна происходит некоторое снижение проницаемости.

По результатам исследования совместимости стоков и подземных вод были определены рекомендуемые критерии состава закачиваемых вод.

Содержание бикарбоната в воде для закачки должно составлять 240мг/л. Лимит концентрации сульфатов в закачиваемой воде составляет 10000мг/л. При меньшей концентрации карбоната в закачиваемой воде устраняется тенденция к их осаждению. Этот лимит намного ниже содержания гидрокарбонатов в сточных водах, закачиваемых в скважины и который составляет 488-3660 мг/л.

Следует отметить, что на данной стадии разработки месторождения, когда объемы попутных вод не велики, а, следовательно, не велики пока объемы осажденных солей (карбонатов) стронция и бария (однако в последствие проблема образования и этих солей будет увеличиваться), для снижения образования карбонатов возможно применение ингибитора образования отложений путем его впрыскивания в скважину. Однако, эффективность этого ингибитора не известна. В перспективе для снижения карбонатных ионов в сточных водах, возможно, будет производиться удаление бикарбоната и одновременно сульфата в отпарной колонне H<sub>2</sub>S.

Также существует возможность выпадения сульфатов кальция, бария и стронция. Соли этих двух металлов являются потенциальными источниками кальматации скважины. Концентрация сульфатов в закачиваемой воде периодически повышается в связи с использованием серной кислоты для нейтрализации потока отработанного каустика из установки Мегох. Серная кислота также используется в ионообменном слое

на Установке Опреснения Воды. Количество серной кислоты не значительно по сравнению с объемом отработанного каустика. Лимит концентрации сульфатов в закачиваемой воде составляет 10000 мг/л. Серная кислота должна быть заменена на соляную кислоту, которая будет удалять ионы сульфата путем замены их растворимыми ионами хлора.

#### **Литература**

1. Белицкий А.С. Охрана природных ресурсов при удалении промышленных жидких отходов в недра земли. «Недра», Москва, 1976.
2. Боровская В.А., Гаврилова И.Т., Гольдберг В.М. Гидрогеологические исследования для захоронения промышленных сточных вод в глубокие водоносные горизонты (методические указания). «Недра», Москва, 1976.
3. Гидрогеологические исследования для обоснования подземного захоронения промышленных стоков. /Под ред. В.А. Грабовникова, - «Недра», Москва, 1993.
4. Гольдберг В.М., Скворцов Н.П., Лукьянчикова Л.Г. Подземное захоронение промышленных сточных вод. «Недра», Москва, 1994.
5. Природные резервуары Казахстана – коллекторы и объекты мониторинга захоронения промышленных стоков в недра (справочник), КазНТУ, Алматы, 2008.

### **ОСОБЕННОСТИ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АЛМАЛЫКСКОГО ГОРНОПРОМЫШЛЕННОГО РЕГИОНА**

*Исмаилов В.А., Норматова Н.Р.*

Ташкентский Государственный Технический Университет, МВССО РУЗ

Алмалыкский горнопромышленный регион начал осваиваться в 50-е года прошлого столетия, со строительством карьеров Кургашинокан (свинцово-цинковые руды) и Кальмакыр (медно-молибденовые руды), а также строительством обогатительных фабрик, металлургических заводов и химического комбината. За истекший период, площадь интенсивно подвергших техногенному воздействию в регионе составила более 55 кв.км. В результате горнодобывающей и перерабатывающей промышленности и городского строительства в регионе сильно изменены естественный рельеф, положения и состояния поверхностных и подземных вод, состав и физико-механические свойства горных пород и имеют развитие неблагоприятные инженерно-геологические процессы и явления.

**Геоэкологическое состояние рельефа.** В геоморфологическом отношении регион сложен структурно-денудационным, эрозионно-аккумулятивным и аккумулятивным типами рельефа. Наиболее значительные изменения рельефа происходят, в пределах эрозионно-аккумулятивном типе рельефа, в результате устройства карьеров, отвалов, хвостохранилищ и строительно-бытовых отходов. О масштабах и размерах изменения естественного рельефа свидетельствуют следующие данные: понижение рельефа в карьерах (носит локальный характер) составляет 7,5 км<sup>2</sup> на поверхности карьеров и глубину до 450 м. в центральной части карьера; повышения отметок рельефа за счет об образования отвалов пород и отходов переработки на хвостохранилищах, а также строительно-бытовых и отвалов, которые имеют площадное распространения с площадью 43,5 км<sup>2</sup>: в отвалах с высотой до 100 м и протяженности до 2,6 км; в хвостохранилищах до 35 м и протяженности более 2 км; в отходах химзавода с высотой 25-30 м, с площадью более 100 га. На участках накопления отвалов и хвостохранилищ все естественные формы рельефа (пересеченные формы, долины саев, склоны и др. понижения) покрываются, заполняются и остаются погребенными.

**Геоэкологическое состояние поверхностных вод.** Разработка карьеров Кургашинокан и Калмакыр существенно влияет на реки Накпаксай и Алмалыксай. Так, в результате отсыпки пустой породой долины реки Накпаксай на протяжении 3,5 км. поверхностные воды текут под отвалами высотой до 100 м. В ходе разработки карьера Калмакыр полностью вскрыта долина реки Алмалыксай на протяжении более 1,0 км и воды отводятся перехватывающей дамбы по трубопроводами. Кроме того, сеть левобережных притоков р.Ахангаран, стекающих со стороны северных склонов Кураминского хребта – Саук-Булак, Кызатасай, Каульдысай, Накпайсай, Алмалыксай и Каракия, в нижних течениях реконструированы. Искусственные водотоки представлены каналами Шархия и ее ответвлениями Ярдам и Таначи-Бука, с начала освоения промышленных и жилых зон претерпевали существенные изменения. Все это привело к изменению естественного облика гидрографической сети региона, что отразилось и на режиме подземных вод.

**Геоэкологическое состояние подземных вод.** Гидрогеологические условия региона начались меняться с разработкой полезных ископаемых, их обогащением, работой водозаборов для промышленных и сельскохозяйственных нужд, а также с изменением поверхностных вод. Так, трещинные воды, распространенные в палеозойских породах в междуречье Накпаксай и Алмалыксай стали дренировать в карьеры. В настоящее время трещинные воды при бортовой части вокруг карьера Калмакыр по откосам стекают водозаборный зумп и отсюда насосом они откачиваются вверх и сбрасываются Алмалыксай объемом 3-4 млн. м<sup>3</sup>/год. Притоки трещинных вод в заброшенному карьере Кургашинокан составляет около 40 л/с. Среднегодовой подъем уровня воды в карьере составляет около 20-25 м, что может создать проблему полностью затопления карьера. Режим грунтовые воды долины р. Ахангаран, по данным многолетних исследований, полностью определяется эксплуатационными водозаборами, которые расположены на северо-восточной периферии региона, в пределах первой и второй террас реки. Интенсивный эксплуатационный отбор грунтовых вод привели к резкому снижению уровня (до 4 м.). В грунтовых водах наблюдается загрязнение вредными веществами, поступающих из загрязненных поверхностных вод. Так, по данным Госкомприроды РУз в грунтовых водах в долине р.Ахангаран в пределах описываемого региона минерализация и общая жесткость составляет 1,2-1,7 ПДК, концентрация ионов натрия – 1,5-2,5 ПДК, сульфатов -2 ПДК, кадмия -2 ПДК. Для снижения уровня загрязнения и нераспространения загрязнения на отдельных участках постоянно откачиваются грунтовые воды из 100 дренажных скважин. Откаченные воды возвращаются в производственный цикл.

**Геоэкологическое состояние горных пород, слагающие верхние части разреза.** Изменение состояния горных пород необходимо рассматривать из двух позиций: изменение горных пород в естественном залегании под действием внешних сил и образование антропогенных насыпных и намывных отложений в результате перемещение пород. Так, на регионе до глубины 30 м. в основном распространены делювиально-пролювиальные, аллювиально-пролювиальные, пролювиальные и аллювиальные отложения четвертичного периода и представлены они лессовидными суглинками и супесями, песчано-гравелистыми и гравийно-галечниковыми отложениями. В местах, где развиты отвалы и хвостохранилища естественные грунты, особенно лессовидные породы повергнуты уплотнению по действие вышележащих толщ, нагрузка которых достигает 28-35 МПа. Под хвостохранилищами лессовые грунты уплотнены под действием 4-5,9 МПа. Антропогенные отложения, состоящие из обломков известняка, доломита и изверженной породы (сиенит-диориты), развиты на склонах и водораздельных пространствах саев. Они характеризуются следующими физическими свойствами: плотность – 2,2-2,8 т/м<sup>3</sup>, пористость – 4-24 %, влажность – 0,2-2,2 %. Намывные отложения наблюдается в хвостохранилищах, представленные отходами обогатительных фабрик. В гранулометрическом составе отложения

хвостохранилищ преобладает фракции размером 0,2-0,1 мм (от 40 до 70%). Они имеют следующие физические свойства: плотность – 1,13-1,39 т/м<sup>3</sup>, пористость – 41-49,6 %, коэффициент уплотненности – 12-32 %, угол откоса – 35-41°.

**Геоэкологическое состояние участков развития инженерно-геологических процессов и явлений.** Описываемом регионе развития инженерно-геологических процессов и явлений связаны с добычей полезных ископаемых, с деятельностью промышленных предприятий и с строительством зданий и сооружений. В карьерах, где палеозойские породы вскрыты на больших глубинах, на склонах происходит интенсивное разрыхление и образование трещин в горных породах, которые способствуют развитию склоновых процессов, таких как оползни, обвалы и осыпание. На склонах хвостохранилищ наблюдаются процессы развевание и образование ряби, характерные для пустынь. В некоторых участках, в результате утечки пульпы из трубопроводах наблюдаются образование промоин, просадочные явления и заболачивание. Со строительством зданий и сооружений на поверхности пролювиальных лессовых пород связаны развития деформационных процессов. Из-за неравномерной осадки пришло аварийное состояние городская баня, здания Дворца текстильщиков, двух этажное здание по ул. Навои и др. Основной причиной деформации этих зданий и др. являются утечка воды из водопроводной системы и еженедельные промышленные взрывы в карьере Кальмакир.

Таким образом, изучение геоэкологического состояния Алмалыкского горнопромышленного региона показывает о необходимости разработки научно-обоснованной природоохранной стратегии и организации мониторинга геоэкологической системы.

#### **Литература**

Воробьев А.Е. Человек и биосфера. Основы взаимодействия, эволюции и самоорганизации. Учебное пособие / Под ред. чл.-корр. РАН Пучкова Л.А. – М.: МГУ, 1998. – 216 с.

Пучков Л.А., Воробьев А.Е. Человек и биосфера: вхождение в техносферу: Учебник для вузов. – М.: МГУ, 2000. – 342 с.

Семячков А.И., Дребенштетт К., Воробьев А.Е. Геоэкология // Учебное пособие для ВУЗов горного профиля с грифом «Учебное пособие» УМО РФ по образованию в области горного дела / Под редакцией академика РАН В.Н. Большакова и академика РАН А.И. Татаркина. Екатеринбург. УГГУ. 2012. 289 с.

Перельман А.И., Борисенко Е.Н., Воробьев А.Е. и др. Систематика и картографирование геохимических ландшафтов при решении геоэкологических задач // Разведка и охрана недр, № 3, 1998. – С. 27-28.

Пучков Л.А., Воробьев А.Е. Влияние горнопромышленного комплекса на биосферу Земли // Горный журнал №6, 1998. – С. 3-6.

### **ГЕОХИМИЯ ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫХ ГИДРОЭКОСИСТЕМ И ФАКТОРЫ ТЕХНОГЕНЕЗА КАК ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ СНОВА ОЦЕНКИ НАКОПЛЕННОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО УЩЕРБА**

*Мелентьев Г.Б., Ельчин Д.С., Малинина Е.Н., Вдовина О.К., Полякова К.С.*

Институт минералогии, геохимии и кристаллохимии редких элементов мпр и экологии  
РФ

Объединенный институт высоких температур (ОИВТ) РАН

Создание системы методов, механизмов и организационных моделей оценки накопленного экологического ущерба (НЭУ), компенсации негативных последствий его воздействия на среду обитания и ликвидации этих последствий представляются

стратегической целью государственной экологической политики России. В настоящем докладе изложены возможности решения задач по оценке влияния горнопромышленных производств на изменение состава и качества подземных вод в результате долготелней хозяйственной деятельности. Во-первых, эти задачи остаются наименее изученными с геохимических позиций; во-вторых, как природные воды, так и техногенные сбросы обнаруживают зависимость своего состава от геохимической специализации добываемого сырья; в-третьих, эти воды являются основным агентом аккумуляции, переноса и усвоения депонирующими средами широкой и устойчивой, как правило, для каждого ГПК, ассоциации ингредиентов химического загрязнения окружающей среды, включая организм человека. Последнее обстоятельство подчеркивает социальную значимость решения проблемы медико-экологического обеспечения «сбережения народа».

Результаты изучения и составления ландшафтных и функциональных основ в районе деятельности Учалинского ГОКа (Республика Башкортостан, Ю. Урал), эксплуатирующего месторождения Cu-Zn-сульфидных руд, и соответствующей гидроэкосистемы с опробованием поверхностных и подземных техногенных и природных водных объектов и источников водоснабжения позволяют сделать следующие основные выводы:

1. Изученная площадь представляет собой техногенно-природную гидроэкосистему, включающую промзону ОАО «Учалинский ГОК», ее селитебное обрамление и природный ландшафт. Соответственно, гидросеть включает собственно «техногенную» поверхностную и подземную составляющую, ее сбросы и природные водоемы, представленные мелководными озерами Карагайлы, Б. Учалы и Ургун. Природные водотоки и заболоченные участки в пределах площади работ развиты слабо и пересыхают в летний сезон. Для территории характерно СВ направление розы ветров, т.е. от промзоны в сторону оз. Карагайлы. Основными разнонаправленными факторами загрязнения окружающей среды являются эколого-гидрохимический (ЮВ) и атмосферный, т.е. пылевая нагрузка (СВ). Преимущественно слабая расчлененность рельефа, преобладание водоемов (озер) над природными водотоками, слабое течение и широкая распространенность донных отложений, включая очистные гидротехнические сооружения предприятия, обеспечивают абсолютное преобладание техногенных сбросов над природными стоками в массопереносе загрязняющих веществ.

2. Основные ингредиенты загрязнения ОС в соответствии с составом медно-цинковых колчеданных руд, добываемых ГОКом открытым способом (ныне закрытым карьером) и подземным (шахтой до глубины 800 м), представлены: 1) ведущими (профилирующими) рудными компонентами – Fe, Cu, Zn, S, Ba, Au; 2) сопутствующими полезными и экологически лимитируемыми (токсичными) микрокомпонентами - As, Cd, Hg, Pb, Tl, Bi, Sb, Ag, Se, Te, U, Th; 3) основными гидрохимическими показателями качества воды (общая минерализация, pH, содержания сульфат-иона,  $\text{HCO}_3^{2-}$  и соединений азота).

3. Определены уровни концентрации полезных рудных компонентов и ингредиентов загрязнения ОС в природных водах 3-х фоновых участков Учалинской гидроэкосистемы. Изучены содержания и распределение рассматриваемых компонентов в техническом водопотреблении и водообороте ГОКа, включая шахтные, кислые подотвальные, обогатительные, карбонизированные на станции нейтрализации (СТН) воды и сбросы с хвостохранилища и СТН. Системы технического водооборота и сбросов использованы в качестве *пространственно-динамических*, соответственно, *техногенных* и *техногенно-природных* моделей изменения состава и качества воды. *Природные модели* изменения качества воды в пространстве изучены на примерах водотоков 2-х фоновых участков. С использованием этих моделей, а также взаимосвязей составов поверхностных и подземных вод получены данные о способности водных систем к *дифференцированному самоочищению* или, наоборот,



накоплению особо ценных и токсичных компонентов.

4. Детальным опробованием сбросов карбонизированных вод со станции нейтрализации по трубопроводам протяженностью до 6,5 км и, далее, в естественном русле р. Буйды изучено интенсивное минералообразование на внутренних стенках труб и на дне ручья (гипс, кальцит и др. минералы). Этот процесс обуславливает значительные издержки ГОКа на замену зарастающих новообразованиями труб и выплаты штрафов природоохранным органам.

5. Опробованием разноглубинных подземных и различных поверхностных источников природных вод в пределах антропогенно-измененных и естественных ландшафтов установлено, судя по  $K_{ПДК_{ХП}}$  отсутствие химического загрязнения артезианских вод, соответствие требованиям хозяйственно-питьевого водоснабжения скважинных и водопроводных вод и значительное загрязнение выявленными ингредиентами колчеданного сырья местных колодцев.

Как известно пока методика оценки накопленного экологического ущерба не разработана. В оконтуривании ареалов техногенного воздействия ГПК на ОС и СО ведущая роль может и должна принадлежать геохимическим методам. Эти методы представляются практически безальтернативными в изучении и оценке роли факторов техногенеза применительно к источникам водоснабжения, подземным и поверхностным природным водам и источникам их техногенного загрязнения.

В результате проведенных исследований выявлены как существенные различия в условиях, уровнях и специализации подземных и поверхностных вод в районах деятельности подобных предприятий, так и черты общности, проявленные в выделенных и впервые охарактеризованных факторах техногенеза: горнотехнического, технолого-гидрохимических, ландшафтно-геохимических, атмосферно-геохимического и медико-экологического. Совокупностью этих факторов обусловлен мультипликативный эффект накопления экологического ущерба, проявленного в изменении поликомпонентного состава и качества объектов водопользования.

Критерии оценки экологического ущерба от деятельности ГПК должны включать такие эколого-экономические факторы как масштабы отчуждения земель, степень их загрязнения и деградации, а также медико-экологические, определяемые искажениями состава питьевой воды как фактора эндемической, экологически обусловленной микроэлементозной заболеваемости населения.

Для Кыргызстана представляется целесообразной организация технологического геохимического картирования как эксплуатируемых, так и подготавливаемых к эксплуатации месторождений, составление балансов распределения особо ценных и лимитируемых компонентов в материальных потоках производства, включая распределение их в отходах ГПК и природно-техногенных гидроэкосистемах. Такая методика позволит обеспечить повышение экономической эффективности и экологизации деятельности ГПК.

## **ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫЙ ТЕХНОГЕНЕЗ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ УРАЛА**

*Грязнов О.Н., Елохина С.Н.*

ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»,  
г. Екатеринбург, Россия

Горнодобывающая деятельность сопровождается техногенезом, под которым понимается комплекс техногенных и природно-техногенных процессов горнопромышленного профиля [1]. Авторами выделяется активная и пассивная (постэксплуатационная) стадии техногенеза, со своеобразными комплексами

геологических процессов, отмеченными на большинстве освоенных месторождений Урала (таблица).

Техногенные и природно-техногенные процессы при разработке месторождений твердых полезных ископаемых Урала

Группы* и классы процессов	Виды процессов и их проявлений, антропогенные факторы	
	Активная стадия горнопромышленного техногенеза (техногенные процессы)	Пассивная стадия горнопромышленного техногенеза (природно-техногенные процессы)
1	2	3
<b>1. Ландшафты</b>	Создание техногенного ландшафта	Деградация ранее образованных и создание новых элементов техногенного ландшафта (карьерные озера и пр.)
<b>2. Антропогенный литогенез</b>	При ведении горных работ	После закрытия предприятия
2.1. Субаэральный	Насыпные грунты: отвалы горных пород и забалансовых руд; при строительстве дорог, рекультивации карьерных выемок, провалов и зон обрушения; намывные грунты: хвосты обогащения	Деградация, физическое и химическое выветривание отвалов горных пород и забалансовых руд и других техногенных образований
2.2. Субаквальный	Техногенный аллювий	Вынос и осаждение взвешенных частиц при изливании шахтных вод и деградации техногенных грунтов
2.3. Субтерральный	Техногенное выветривание, погребенные технологические потери горных пород и руд	Деградация и размыв подземных техногенных полостей, подземная суффозия
<b>3. Гидрогенная</b>	Дренаж шахтных и карьерных полей	Подъем уровня подземных вод (полное или частичное самозатопление шахтных и карьерных полей)
3.1. Гидродинамический	Техногенные зоны аэрации, сброс дренажных вод с подтоплением и заболачиванием, эрозионным размывом	Сохранение водоотлива (полностью или частично) и техногенной зоны аэрации; изменение структуры фильтрационного потока подземных вод; излив шахтных вод на поверхность земли, подтопление и заболачивание
3.2. Геохимический	Активизация геохимических процессов	Активизация геохимических процессов: растворение вторичных минералообразований, смешение, разбавление, осаждение
3.3. Гидрохимический	Загрязнение поверхностных и подземных вод	Загрязнение поверхностных и подземных вод, в том числе на водозаборах

1	2	3
<b>4. Экзодинамическая</b>	Оползни, обвалы, осыпи в открытых горных выработках и зонах обрушения	Активизация техногенных поверхностных гравитационно-эрозионных процессов
<b>5. Субтерральная</b>	При ведении подземных горных работ	После закрытия предприятия
5.1. Литодинамический	Деформационные процессы вследствие перераспределения напряженно-деформационного состояния массивов горных пород: горные удары, стреляние, разрушение горных выработок, техногенные землетрясения; зоны обрушения; вывалы, осыпание горных пород; пучение глинистых пород	Нарушение напряженно-деформационного состояния массивов горных пород при их вторичном замачивании: разжижение и снижение прочностных свойств горных пород; гравитационно-эрозионные процессы
5.2. Гидрогеодинамический	Прорывы подземных вод и пльвунов	Прорывы подземных вод и пльвунов из старых выработок в новые
5.3. Геодинамический	Активизация карстовых и суффозионных процессов	Активизация карстовых и суффозионно-карстовых процессов, техногенная механическая суффозия
5.4. Геотермический	Подземные пожары и взрывы газов	Формирование особого геотемпературного градиента

\* названия классов выделено жирным шрифтом

Таким образом, прекращение горнодобывающей деятельности сопровождается развитием унаследованного комплекса природно-техногенных процессов, которые развиваются под воздействием природных агентов в зависимости от степени нарушенности территории горными работами. Проведение рекультивационных мероприятий минимизирует отрицательные проявления природно-техногенных процессов, но не может полностью их дезактивировать.

#### Литература

1. Елохина С.Н. Гидрогеологические последствия горного техногенеза на Урале / Под ред. О.Н. Грязнова. – Екатеринбург: ООО «УИПЦ», 2013. – 187 с.

### ОРГАНИЧЕСКАЯ ГЕОХИМИЯ ПРОЦЕССОВ ТЕХНОГЕНЕЗА ГОРНОПРОМЫШЛЕННОГО ПРОФИЛЯ

*Бачурин Б.А., Одинцова Т.А., Хохрякова Е.С.*  
Горный институт Уральского отделения РАН

Отходы горно-обогатительного производства являются одним из наиболее мощных источников поступления в биосферу соединений, многие из которых относятся к категории экотоксикантов. Как показывает анализ современного состояния

эколого-геохимической изученности данного вида отходов, несмотря на значительный объем проведенных исследований, некоторые из поллютантов остаются относительно слабо изученными. К числу их относятся органические соединения, в большинстве случаев выходящие за рамки контролируемых поллютантов. Несмотря на то, что во многих случаях эти соединения относятся к категории микропримесей в добываемом минеральном сырье, возникающие в процессе его обогащения технологические геохимические барьеры [1] довольно часто приводят к накоплению в образующихся отходах значительных количеств органических соединений. Кроме того, широкое использование при обогащении различных органических реагентов, многие из которых в экологическом отношении очень слабо изучены, обуславливает дополнительное органическое загрязнение образующихся отходов. Взаимодействие природных и технологических органических соединений приводит к тому, что в отходах формируются сложные поликомпонентные комплексы, многие из которых не имеют природных аналогов.

С целью уточнения специфики органического загрязнения отходов горнодобывающего производства и масштабов эмиссии органических поллютантов в гидросферу выполнена серия модельных экспериментов по изучению поведения систем «реагенты - вода» и «отходы - вода». Основное внимание уделялось изучению наиболее миграционно-способных фракций ОВ - битуминозным (ХБА) и углеводородным («нефтепродукты» - НП) компонентам. При исследовании использовались современные химико-аналитические методы, позволяющие судить о структурно-групповом и индивидуальном составе органических соединений и характере их геохимической трансформации: тонкослойная (ТСХ) и газожидкостная (ГЖХ) хроматография, инфракрасная спектроскопия (ИКС), хромато-масс-спектрометрия (ХМС). Объектами исследований являлись отходы калийного, угледобывающего, меднорудного, хромитового и бокситового производств, отличающиеся содержанием и составом природных органических соединений в добываемом сырье.

Геохимический облик ОВ отходов добычи и переработки руд металлов носит преимущественно природный характер и отражает условия формирования рудоносных формаций. Так в битумоидах хвостов производства хромитового концентрата доминируют алифатические УВ ряда  $C_7-C_{36}$  и полинафтеновые структуры в форме спиртов, оксосоединений, аминов.

Выделенные из отходов меднорудного производства битумоиды имеют кристаллическую структуру и представлены О- и S-содержащими соединениями. Состав ХБА в отходах добычи бокситовой руды определяется типом вмещающих пород: сланец и рудная брекчия обогащены ароматическими УВ и их N-,O-содержащими производными, битуминозные известняки характеризуются преобладанием алифатических УВ ряда  $C_{11}-C_{31}$ .

Несколько более высокое содержание ОВ (ХБА до 4,3 г/кг, НП до 1,98 г/кг) характерно для отходов угледобычи. Визитной карточкой ХБА угольно-породных отвалов, кроме алканов ряда  $C_{11}-C_{43}$ , являются полиароматические УВ, в том числе 3,4-бензпирен.

Использование в процессе флотационного обогащения широкого комплекса органических реагентов существенно увеличивает степень органического загрязнения образующихся ТМО. Так для глинисто-солевых шламов, являющихся отходами обогащения калийных руд, содержание ХБА колеблется в пределах 0.73-20,95 г/кг, НП – 0.34-1.47 г/кг.

Проведенные исследования показали, что используемые флотореагенты в большинстве своем представляют сложные многокомпонентные смеси, в составе которых, наряду с декларированными рабочими агентами, присутствует широкий комплекс экологически опасных соединений, в том числе и первого класса опасности. Обращает на себя внимание высокое содержание в реагентах гетеросоединений, среди

которых наиболее представительными являются О- и N-содержащие структуры. Из всего комплекса зафиксированных гетероциклических соединений особое внимание привлекают структуры типа «краун-эфиры», обладающие некоторой внутренней «емкостью», что позволяет рассматривать их не только в качестве одной из форм накопления наноразмерных частиц микросоединений в образующихся отходах, но и в качестве их транспорта в окружающую среду.

При взаимодействии ТМО с водой происходит разрушение органо-минеральных комплексов пород, трансформация органических структур, вплоть до новообразований, увеличение геохимической подвижности и эмиссии органических поллютантов в гидросферу. Доля переходящих в водную фазу органических соединений колеблется от десятых долей до 76%. Экспериментально доказано, что взаимодействие отходов с водой сопровождается деградацией содержащихся в них органических соединений: в составе водорастворенной органики наблюдается увеличение содержания функциональных производных углеводов (кислород-, серу-, азотсодержащих соединений) при подчиненной роли самих УВ. Неуглеводородные структуры представлены кислородсодержащими соединениями (органические кислоты, спирты, простые и сложные эфиры), доля которых в составе водных вытяжек достигает 33-90%.

Зафиксировано и присутствие в составе аквабитумоидов целого спектра новых соединений, отсутствующих в исходной органике и являющихся, по-видимому, продуктами ее преобразования. Аналитически зафиксировано сверхнормативное содержание в них нефтепродуктов, низкомолекулярной ароматики, фенолов, бенз(а)пирена, аминов и целого спектра других экот

оксикантов. Установлено, что определенная часть органических соединений, поступающих в природные геосистемы из отходов горного производства, относится к категории стойких органических загрязнителей [2].

Исследование индивидуального состава углеводородных фракций битумоидов позволило выделить ряд органических соединений, отражающих специфику добываемого сырья и технологию его обогащения, что позволяет рассматривать их в качестве своеобразных геохимических маркеров при идентификации источников органического загрязнения гидросферы в горнодобывающих районах [3].

Проведенные исследования органической составляющей отходов горного производства свидетельствуют, что освоение минеральных ресурсов сопровождается выносом в природные геосистемы целого спектра органических соединений, отличающихся высокой геохимической активностью и токсичностью.

Эмиссия поллютантов, связанная с разрушением органо-минеральных комплексов отходов, сопровождается трансформацией состава, строения и свойств органических соединений, что приводит к повышению их геохимической активности, миграционной способности, а иногда и токсичности.

#### **Литература**

1. Бачурин Б.А. Технологическая экогеохимия горного производства // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2006, № 8. – С. 148-153.
2. Бачурин Б.А., Одинцова Т.А. Стойкие органические загрязнители в отходах горного производства // Современные экологические проблемы Севера: Материалы международ. конф-ции. Ч.2. – Апатиты: Изд. КоНЦ РАН. – 2006. – С. 7-9
3. Бачурин Б.А., Одинцова Т.А. Отходы горно-обогатительного производства как источники эмиссии органических поллютантов // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2009, № 7. – С. 374-380.

## МЕТОДИКА ЛАНДШАФТНО-ГЕОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЭКОЛОГИИ РТУТНО-СУРЬМЯНЫХ РЕГИОНОВ ЮЖНОГО КЫРГЫЗСТАНА

*Абдурахмонов Г.А.*

Кызыл-Кийский институт природопользования и геотехнологии КГТУ  
им.И.Раззакова

Загрязнение территории Южных регионов Кыргызстана тяжелыми металлами определяется следующими основными группами факторов. Первая группа факторов связана с наличием самих ртутно-сурьмяных месторождений в Южном регионе. Во-вторых, с горными работами по добыче и переработке руды тяжелых металлов. Эти факторы обуславливают вид, величину, интенсивность загрязнения окружающей среды и другие показатели этого процесса. При добыче и переработке тяжелые металлы в минеральном и свободном виде, поступают в окружающий ландшафт, происходит их перераспределение в пространстве в зависимости от исходных содержаний и форм нахождения. Третья группа факторов — это миграционный процесс и концентрации химических элементов, определяется ландшафтно-геохимическим условиями территории, прилегающей к месторождениям и промышленным предприятиям - к ее конкретному участку. Ландшафтно-геохимические условия в общем могут характеризоваться Ландшафтно-геохимическое условия ртутно-сурьмяных провинций зависят от экономического развития региона и формируется под влиянием климата, увлажненности, рельефа местности, почв, растительности, подстилающих пород (геологии) и гидрологии. Влияние вышеуказанных факторов проявляется в структуре гидрогеологических условиях, почвенно-растительного покрова, а их сочетание создает определенные геохимические условия – тип геохимического ландшафта. В результате их синтеза и образуется “геохимический ландшафт”, которая характеризует историю поведения химических элементов.

Для решения экологических задач возникающих при разработке ртутно-сурьмяных месторождений, необходима классификация геохимических ландшафтов, где решающее значение имеют техногенные процессы.

Горнопромышленные ландшафты (ГПЛ) относятся к антропогенным ландшафтам, их главные геохимические особенности определяются техногенными параметрами, второстепенные – природными. В пределах общепринятого отряда горнопромышленных ландшафтов устанавливается три таксона: колено, секция, звено.

При изучении ртутно-сурьмяных провинций наиболее актуально использовать геохимию ландшафта при решении актуальных проблем экологии региона. Главный вывод геохимии ландшафта в этой сфере сводятся к нижеследующему: загрязнение окружающей среды от добычи и переработки руд цветных металлов, но и от ландшафтно-геохимических условий размещения. Загрязнение окружающей среды в зависимости от расположения месторождения, производств по переработки руды, хранения отходов производства загрязняет окружающую среду не одинаково. (разное содержание загрязнителей в почвах, водах, растительности и других компонентах окружающие среды, разные методы мониторинга, другие приемы борьбы с техногенным загрязнением окружающей среды).

Мы относим не только территорию месторождений и промышленных объектов, но и связанные с ней другие функциональные зоны, в том числе зоны интенсивного техногенного загрязнения окружающей природной среды к горнопромышленному ландшафту (ГПЛ).

Необходимо при решении поставленных задач установить основные составные части ГПЛ и связи между ними, распределение химических элементов на территории ГПЛ, в каких формах они находятся, степень подвижности, виды миграции и ее особенности, интенсивность. Последовательность задач при геохимических

исследованиях можно определить в следующем порядке: выделение типичных ландшафтов - составление ландшафтно-геохимических карт - установление связи между геохимическим ландшафтами - изучение форм загрязнения и их количественная характеристика - изучение концентрации и миграции элементов - загрязнителей - разработка мероприятий по охране окружающей среды.

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ, ОБУСЛОВЛЕННЫЕ ОСТАНОВКОЙ И ЗАКРЫТИЕМ РУДНИКОВ НА УРАЛЕ**

*Елохина С.Н., Елохин В.А., Елохина О.В.*

ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет» Минобрнауки России

Массовая остановка и закрытие рудников на Урале произошли в последней четверти XX и начале XXI вв. В первую очередь закрывались старые горнодобывающие предприятия (карьеры и шахты) на территории Среднего Урала, с длительной историей горнодобычных работ. Особенностью остановленных горных объектов являются большие глубины и огромные подработанные площади, часто сопряженные с селитебными зонами. В результате проявления негативных геологических процессов на этих территориях, особенно при наличии старых неглубокозалегающих подземных горных выработок, спровоцирована крайне напряженная экологическая, а иногда и социальная ситуация.

Как правило, отработанные или поставленные на консервацию шахтные поля подвергаются затоплению (самозатоплению), при котором возникают гидродинамические, гидрохимические, экзогеодинамические и геомеханические опасности. Последние проявляются следующими процессами:

- прорывы подземных вод из затопленных шахт в действующие или строящиеся, их деформация и затопление;
- выход рудничных вод на поверхность земли (шахтоизлив);
- заболачивание, подтопление подвальных помещений и выход рудничного газа;
- загрязнение подземных вод, в том числе и на водозаборах;
- формирование агрессивных для фундаментов и оснований зданий и сооружений, кабелей и т.п. рудничных вод;
- загрязнение поверхностных вод;
- формирование специфических геохимических ландшафтов;
- просадки и провалы в зоне сдвижения, деформации поверхности земли, шахтных стволов и др.;
- суффозионные процессы с образованием провалов, деформацией подземных и поверхностных сооружений;
- набухание и морозное пучение глинистых грунтов, оплывины на бортах воронок обрушения, карьерах;
- подземная водная эрозия и аккумуляция;
- оползни на бортах техногенных выемок и природных склонах;
- поверхностная водная эрозия и аккумуляция;
- снижение несущих свойств грунтов;
- усиление коррозионной активности грунтов.

Как показывает авторский опыт, уровень проведения рекультивации территории остановленных и закрытых рудников многократно повышается при вовлечении нарушенных территорий во вторичное использование. Хозяйственная деятельность и сопутствующая ей материальная и юридическая ответственность позволяют не только изучать и контролировать техноприродные опасности на территории остановленных рудников, но и предотвращать их. В целом насчитывается шесть направлений

постэксплуатационного использования и рекультивации техногенных полостей: водохозяйственное, горнотехническое, промышленное, историко-заповедническое, спортивно-рекреационное и санитарно-гигиеническое. Конкретные примеры рассматриваются.

Одной из наиболее распространенных форм рекультивации старых карьеров на Урале является их заполнение отходами производства. Подобные объекты встречаются практически во всех горнопромышленных районах: г. Нижний Тагил (Центральный и Лебяженский карьеры), г. Полевской (карьеры на Гумешевском месторождении меди, стройматериалов) и др. Особое место в этом ряду занимают карьеры, в которых накопленные отходы (обычно металлургические шлаки) подвергаются вторичной переработке, сопровождаемой выработкой дисперсного минерального вещества и его аэрогенным распространением. Шлаками могут заполняться и провалы в зонах сдвижения на шахтных полях (Дегтярский медный рудник).

На других объектах, где карьерные выемки используются для размещения свалок твердых и жидких промышленных отходов, часто без специальных природоохранных мероприятий, почвы, подземные и поверхностные воды загрязняются как неорганическими (тяжелые металлы и мышьяк), так и органическими (нефтепродукты, фенолы, отчасти аммиак и хлор) веществами.

Разные технико-экономические условия, в которых происходило превращение карьеров в полигоны складирования отходов производства, определяют различную степень их экологической опасности. Поэтому только реализация системы полноценного локального (объектного) мониторинга компонентов природной среды объективно оценивает уровень безопасности выполненных рекультивационных мероприятий.

Из опыта авторских наблюдений в результате эксплуатации подобных объектов наиболее сильно нарушается *растительность* на ближайших к внутрикарьерным отвалам участках, что проявляется в запылении листовых пластинок растений, наличии рудеральных видов кустарников и травянистой растительности, увеличении доли усыхающих и сухостойных деревьев, наличии мертвопокровных участков леса с увеличенной мощностью запыленной подстилки.

Наиболее выраженный признак преобразования морфологического строения *почв* под действием загрязнения пылью связан с увеличением мощности органических горизонтов (опада и подстилки). Вблизи горных объектов, частично рекультивированных отходами производства и потребления, мощность органических горизонтов увеличивается по сравнению с фоновыми участками, что свидетельствует о резком снижении биологической активности почв и замедлении деструкционных процессов. Как правило, это обусловлено сокращением численности и элиминацией почвенной мезофауны. Следствием этого является ухудшение агрегатного состояния почв, замедление и нарушение всех обменных процессов в почве.

По результатам мониторинга за *подземными и поверхностными водами* в зоне влияния карьерных выемок, заполненных отходами металлургического производства, в наблюдательных скважинах отмечаются превышения нормативов для водных объектов питьевого водопользования по отдельным показателям (общая жесткость, сухой остаток), содержанию отдельных макро- и микрокомпонентов. ореол загрязнения подземных вод обычно локальный и достаточно контрастный с выходом к руслу ближайшего водотока, в котором в результате мощного разбавления, особенно паводковыми водами, уровень контаминации резко снижается.

Таким образом, складирование промышленных отходов в отработанных горные выемки (карьеры) и другие техногенные полости не должно носить стихийный характер. Основой информационного обеспечения подготовки и принятия управленческих решений должны стать результаты экологического мониторинга, как при эксплуатации горнодобывающего предприятия, так и после его закрытия.



## ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ В РАЙОНАХ ОТРАБОТАННЫХ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗАБАЙКАЛЬЯ

*Верхотуров А.Г., Верхотуров Г.Г.*  
Забайкальский государственный университет

В начале 90-х годов прошлого века на территории Забайкальского края было отработано или законсервировано более 15 месторождений, наиболее крупными из которых являлись: Вершино-Дарасунское, Балейское, Тасеевское, Благодатское, Акатуевское, Вершино-Шатаминское и др. Для рудных месторождений Забайкалья характерен комплексный, поликомпонентный состав руд. Горнодобывающие предприятия региона ориентированы на извлечение 1-2, редко, 3-4 компонентов. В результате в отвалах и хвостах скапливаются As, Cd, Pb, Zn, Sb и другие токсичные металлы. В новой физико-химической обстановке они становятся подвижными и под воздействием водной, а при осушении хвостохранилищ и ветровой эрозии транспортируются на значительные расстояния, оказывая негативное воздействие на окружающую среду.

Геоэкологические исследования были направлены на выявление основных техногенных объектов закрытых рудников, на отработанных полностью или частично месторождениях, воздействующих на окружающую среду, на изучение направленности этого воздействия. Для решения поставленных задач были выполнены геоэкологические обследования районов отработанных месторождений, в том числе и в составе экспедиций ГУП «Забайкалгеомониторинг». Исследования включали: отбор проб с целью изучения геохимического состава почв на участках, прилегающих к хвостохранилищам; донных отложений поверхностных водотоков и пойм в пределах ореола рассеяния; гидрохимическое опробование поверхностных водотоков и подземных вод. Элементный состав проб воды определялся в лаборатории ядерно-физических и масс-спектральных методов анализа, входящей в Аналитический сертификационный испытательный центр Института проблем технологии микроэлектроники и особо чистых материалов РАН. Макрокомпонентный состав поверхностных и подземных вод анализировались в лабораторно-исследовательском центре по изучению минерального сырья в г. Чита.

В результате геоэкологических исследований установлено, что большинство производственных зданий рудников, выведенных из эксплуатации, находятся в разрушенном состоянии. Например, на рудниках Акатуй и Благодатский не законсервированы устья 5 штолен, 11 шахт, зафиксировано 6 провалов, сформировавшихся над подземными горными выработками.

Известно, что источниками поступления токсических элементов в гидросеть и атмосферу и формирования потоков рассеяния являются: 1) вскрытые горными выработками рудные тела; 2) отвалы «пустых» пород; 3) хвостохранилища обогатительных фабрик. Продукты, накопленные в хвостохранилищах, являются основным источником загрязнения. Все выше названные рудники имели обогатительные фабрики и хвостохранилища площадью 0,5-2 км<sup>2</sup> (Замана Л.В., 2011), причём большая часть из них в результате интенсивной эрозии дамб и преобладании испарения (600 мм/год) над количеством выпадающих атмосферных осадков (300-400 мм/год) к настоящему времени оказались осушенными.

Вынос продуктов из хвостохранилищ по эрозионным промоинам вызвал формирование мощных шлейфов переотложенных хвостов. Так на Акатуевском месторождении от нижней дамбы хвостохранилища по руслу р. Акатуй и в пойме на протяжении около 600 м отмечаются отложения хвостов белесовато-серого цвета мощностью до 0,8 м. На руднике Благодатский также наблюдается вынос хвостов по эрозионным промоинам в плотине верхнего пруда-накопителя. В пойме р. Малый

Зерентуй ниже хвостохранилища отложения хвостов мощностью до 0,8 м прослеживаются на расстоянии более 1,5 км. Сильное химическое загрязнение почвы элементами 1 класса опасности: As, Cd, Pb, Zn представляет реальную угрозу для элементов биосферы и человека.

Осушенные хвостохранилища, в результате интенсивной дефляции загрязняют почву тяжелыми металлами на значительно больших площадях. Например, в районе г. Балея ветровой разнос пыли, по данным ГУП «Забайкалгеомониторинг» прослеживается на площади более 30 км<sup>2</sup>.

Загрязнение поверхностных и подземных вод рудничными водами после завершения отработки месторождений одна из основных геоэкологических проблем горнопромышленных районов Забайкалья. Дренажные воды имеют концентрации на порядок, а иногда на два выше, чем фоновая концентрация в природных водах. Это обусловлено низкими значениями рН 2,5-3, сульфидным составом руд.

Прекращение водоотлива и затопление горных выработок приводит к восстановлению уровней подземных вод, а иногда и значительному его росту за счет напорных вод, которые были вскрыты при отработке месторождения. В зимний период это вызывает формирование наледей, которые подтапливают жилые дома, подвалы, погребы. В 2012 г. наледь, образовавшаяся за счет вод рудника Вершина Шахтамы, затопила поселок.

Таким образом, для снижения негативного воздействия отработанных месторождений на природную среду необходимо: 1) паспортизация отработанных месторождений, учитывающая все объекты горного производства; 2) оценка интенсивности и масштабов негативного воздействия горнопромышленных объектов; 3) разработка дополнительных мероприятий по рекультивации для снижения опасности воздействия токсических элементов на почву, биоту и человека.

#### **Литература**

Семячков А.И., Дребенштетт К., Воробьев А.Е. Геоэкология // Учебное пособие для ВУЗов горного профиля с грифом «Учебное пособие» УМО РФ по образованию в области горного дела / Под редакцией академика РАН В.Н. Большакова и академика РАН А.И. Татаркина. Екатеринбург. УГГУ. 2012. 289 с.

Воробьев А.Е. Биосферулучшающие геоэкологические технологии // Геоэкология, №5, 2000. – С. 387-394.

### **ТЕХНОГЕННЫЕ И ПРИРОДНЫЕ ФАКТОРЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В КРИОЛИТОЗОНЕ (ДЕПУТАТСКОЕ ОЛОВОРУДНОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ)**

*Москвитин С.Г., Саломатов А.К.*

Институт физико-технических проблем Севера им. В.П. Ларионова СОРАН,  
Академия наук Республики Саха (Якутия)

С 50 - 60-х годов прошлого столетия на территории Приморской низменности в Арктической зоне (А3) Якутии разведывались и разрабатывались россыпные и рудные месторождения золота, олова, редкоземельных металлов, полиметаллов, сурьмы и ртути. Промышленное освоение месторождений нанесло существенный урон природной среде. Месторождения олова и золота, частично или полностью отработанные, были оставлены, и в настоящее время являются постоянным загрязняющим фактором. Это хорошо видно на примере эксплуатации Депутатского оловорудного месторождения, которое в 1986-96 гг. перерабатывались Депутатском горнообогатительном комбинате.

Месторождение расположено в центральной части Центрально-Полоусной

металлогенической зоны и относится к категории уникальных оловянных месторождений касситерит-силикатно-сульфидной формации. Геохимический состав руд и околорудно-измененных пород характеризуется повышенными концентрациями элементов I-IV групп экологической опасности As, Cu, Zn, Cd, Bi, Sr, Sb, Hg, Co, Be, Mn и Pb. Горный рельеф и наличие многочисленных водотоков обуславливают высокую степень дифференциации вещества при формировании гидрогеохимических потоков рассеяния рудных тел и формировании мало протяженных, но высококонтрастных техногенных геохимических шлейфов. Загрязняющими объектами являются: 1 – отходы горнодобывающих и перерабатывающих предприятий, куда относятся и отвалы пустых пород и хвостохранилища; 2 - участки разведочных эксплуатационных работ, негативное воздействие которых на окружающую среду в разы превышает площади нарушенных земель.

Брошенные разведочные и эксплуатационные участки разработки рудных объектов служат постоянным загрязняющим фактором и в значительной степени обусловлены природными геологическими факторами – формационным и минеральным типом оруденения, морфологическим типом рудных тел, наличием зоны окисления на месторождении.

За прошедший 20-летний период после закрытия Депутатского ГОК-а экологическая обстановка стабилизировалась. Миграция химических элементов в криолитозоне происходит на уровне сезонно-талого слоя (СТС), где формируются наложенные геохимические ореолы, которые образуются за счет диффузии, фильтрации и капиллярного движения растворенного вещества над рудными и россыпными залежами месторождений. Геохимический состав касситерит-сульфидных руд Депутатского месторождения ( $As_{187}$ -  $Cu_{37}$ - $Zn_{17}$ - $Cd_{9,3}$ - $Bi_{8,6}$ - $Sr_{4,1}$ - $Sb_2$ - $Co_{1,7}$  в гф), определяет масштабы и особенности вариации состава геохимического фона вторичных литохимических ореолов и потоков рассеяния.

С поверхности рудные тела месторождения интенсивно окислены и по падению простирается от 20 до 250 м. Первичный состав касситерит-силикат-сульфидных руд изменен под воздействием гипергенных процессов. Масштабы зоны окисления определяются морфологией рудных тел, составом руд и их дробленностью. Зона окисления Депутатского касситерит-сульфидного месторождения относится к сульфатному минеральному типу, для которого характерно широкое развитие водных и высоководных сульфатов. Повсеместно развиты сульфаты, гидроокислы и карбонаты Fe, Cu, Zn, Pb, Co, Sn, Mn, Al, K, Ca, Ba, которые образуются и сохраняются как устойчивые минералы в условиях отрицательных температур в толще многолетнемерзлых пород. Зона окисления на Депутатском касситерит-сульфидном месторождении сформировалась в постледниковое время и продолжает развиваться в настоящее время.

Зона окисления имеет трехярусное строение: 1- полного окисления ограниченная деятельным слоем многолетнемерзлых пород; 2 - мелантерит-фиброферритовая; 3 - вторичного сульфидного обогащения.

Размыв зоны окисления вскрытых рудных тел в настоящее время является основным загрязняющим фактором водотоков, дренирующих территорию Депутатского рудного узла. Через месторождение протекает руч. Депутатка с многочисленными мелкими притоками, размывающими зону окисления рудных участков. Вода в ручье белого цвета, донная и береговая галька покрыты налетом или корочкой сульфатов белого или бурого цвета. По составу налеты представлены гидрогетитом, фиброферритом, мелантеритом, ярозитом, гипсом, карбонатами и другими сульфатами.

Проведенное эколого-геохимическое исследование водотоков, дренирующих Депутатское месторождение показало, что в руч. Депутатка с его притоками установлены аномально высокие концентрации: Fe 96 - 136 ПДК; Cu 350 - 410 ПДК; Zn

830 - 1440 ПДК; Mn 840 - 960 ПДК; Ba 31- 54 ПДК. В средней части и низовьях ручьев, протекающих через территорию рудника содержание сульфатов повышается в 6 раз, Fe - в 150 раз, Cu в 300 раз, Zn в 400 раз, Mn в 200 раз. Вода в ручье содержит повышенный объем солей  $Ca^{2+}$ ,  $Na^+$ ,  $HCO_3^-$ , Cl и ряда малых элементов (Cd, Zn, Mn), что служит указанием общей природной аномальности состава вод Депутатского оловорудного узла общей площадью в 400 км<sup>2</sup>. По химическому составу отличаются повышенными концентрациями ионов F<sup>-</sup> и Li (6,8 ПДК и 1,9 ПДК соответственно). Сумма минеральных веществ составляет 212,65 мг/дм<sup>3</sup>, сухой остаток 197,4 мг/дм<sup>3</sup>. Отмечается повышенная роль солей Fe и Na. Комплекс выявленных аномальных компонентов воды, является унаследованной и связан с размывом зоны окисления рудных тел. Повышенная сульфатность поверхностных вод, повышенные концентраций F-иона и Li, Cd, Mn, Zn проявившиеся независимо от влияния производственных технологий Депутатского ГОК-а указывает на их природное происхождение обусловленное размывом оставшихся зон окисления рудных тел Депутатского месторождения. Ручей Депутатка является правым крупным притоком р. Иргичан, которая протекает в субширотном направлении в 8 км к северу от площади Депутатского месторождения. Вода в р. Иргичан, ниже по течению от устья ручья Депутатка, с правой стороны водного потока, имеет белый цвет без запаха и видимых примесей. Микроэлементный состав отличается преобладанием комплекса аномальных элементов: Al 7,87 ПДК; Be 3,33 ПДК; Cd 1,62 ПДК; Co 1,0 ПДК; Cu 208 ПДК; Mn 16,5 ПДК; Zn 148 ПДК; F<sup>-</sup> 22,2 ПДК при одновременном снижении объема солей Na и K, гидрокарбоната и хлор-иона. Несомненно, что воды руч. Депутатка выносят большое количество растворенных сульфатов, гидрокарбонатов, гидроокислов железа отвечающих составу гипергенных минералов зоны окисления рудных тел. При удалении от устья руч. Депутатка происходит достаточно быстрое нивелирование состава проточных вод р. Иргичан и уже в 2-2,5 км их химический состав практически полностью отвечает фоновым параметрам, хотя белый цвет воды и белые налеты на галечниках сохраняются. Спектр аномальных элементов представлен только Mn, Cu и Zn, что дает основание предполагать их природное происхождение.

В результате проведенных исследований по оценке техногенного воздействия эксплуатации Депутатского месторождения на экологическое состояние бассейна руч. Депутатка и реки Иргичан, выраженных признаков прямой экологической опасности не установлено. Выявленные аномалии повышенных значений сульфат-ионов, карбонатов и гидроокислов связаны природными факторами - с размывом зоны окисления. При оценке эколого-геохимического состояния отработанных или законсервированных месторождений в Арктической зоне Якутии необходимо учитывать природные загрязняющие факторы.

#### **Литература**

Воробьев А.Е., Киприянов Н.А., Соколов И.В. Инновационный менеджмент недропользования: отбор проб и методы пробоподготовки для контроля загрязнений в ионной форме: Лабораторный практикум. – Т.1. – М.: РУДН, 2009. – 112 с.

### **ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА КАРЬЕРНЫХ РАЗРАБОТОК УГОЛЬНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАРЕ–КЕЧЕ, КЫРГЫЗСТАН**

*Мурзакматов Р.Т., Шишикин А.С.*

Институт леса им. В.Н.Сукачева СО РАН, Красноярск, РФ  
E-mail: takcator\_m@mail.ru

Современная экономика не может существовать и развиваться без освоения ресурсов недр. Сложные экономические условия и низкая рентабельность добычи

полезных ископаемых приводит к игнорированию экологических проблем, возникающих в результате техногенного воздействия на природу. Отсутствие региональных знаний о специфике влияния горных работ на окружающую среду и прогноза ее состояния неизбежно приведет к катастрофическим изменениям. Доказано на примере нескольких отраслей (нефте-, угле-, золотодобывающих), что техногенное воздействие может иметь биотехнические последствия и повышать экологическую емкость нарушенных ландшафтов при снижении затрат на рекультивацию по действующим нормативам. Важно иметь экологическую направленность всего технологического цикла, начиная от разведки, разработки и закрытия отработанного месторождения. Для решения такой цели основная задача – разработка экологической структуры нарушаемой поверхности, в которой каждый выделенный блок должен иметь свое технологическое решение и биологическое назначение в антропогенном ландшафте.

На примере наиболее богатого месторождения угля Кыргызстана показаны современные возможности классификации техногенных территорий для последующего решения экологических проблем. Для дешифрирования использована космическая съемка высокого разрешения, позволяющая в среде ГИС определять структурные показатели объекта.

Месторождение Кара-Кече расположено на восточной оконечности бассейна в межгорной впадине на высотных отметках 2300-2500 м. НУМ, ограниченной с запада р.Токсон-Теке, с севера выходами палеозойских отложений, с востока р.Кара-Кече и с юга выходами палеозойских отложений у подножий хребта Молдо-Тоо. Административно площадь месторождения относится к Жумгалскому району Нарынской области Кыргызской Республики.

Рельеф высокогорный, резко расчлененный, водной эрозией сформированы широкие долины рек.

Климат и растительность определяются вертикальной зональностью, экспозицией склонов, крутизной и характером четвертичных отложений, которые представлены моренами и современными эллювиально-делювиальными и аллювиально-пролювиальными образованиями мощностью до 40 м. В долинах распространены узкие полосы лесов, из зарослей тьянь-шаньской ели, березы и различных кустарников (барбариса, шиповника, можжевельника, боярышника). Склоны северной экспозиции до высоты 2500 м покрыты островными лесами тьянь-шаньской ели, на южных преобладают арчевники и кустарники эфедры. Свыше 2500 м преобладают низкие кустарничковые и травянистые растения, при достаточном почвенном слое распространена альпийские луга низкотравные.

В условиях очаговой многолетней мерзлотной почвы и глинистых прослоек грунтов, а также крутизны склонов и значительного количества осадков 450-550 мм оползни встречаются часто, достигая площади 500–2500 м<sup>2</sup>.

Просадочные явления, несмотря на высокую сейсмичность, на площади месторождения отсутствуют, чему способствует высокая плотность горных пород и угля. Угол откосов горной выработки карьера рекомендовано оставлять на 65–700. Откосы отвалов вскрышных пород формируются в результате естественного осыпания и зависят от размера кусков, но редко достигают 40-500.

Токсичные и потенциально-токсичные элементы в каракечинских углях и вскрышных горных породах содержатся в пределах нормы. Повышенная радиоактивность отмечена при разведочном бурении на Восточном участке.

Для оценки экологической структуры карьерных работ использована ранее разработанная классификация на примере Бородинского угольного разреза (Красноярский край) [1,2]. Выделяется карьер от кромки разработки месторождения до внутреннего отвала (если он есть) или входной траншеи. Отвалы внешние и внутренние с подразделением на верхнюю плоскую часть и откосы. При крупнокаменистой горной

породе дополнительно на внешних отвалах выделяется шлейф раскатывания камней от откоса на поверхности рельефа.

Часто карьерные отработки заполняются водой с образованием глубоководных техногенных водоемов, для которых важно наличие мелководной, «литоральной» части.

Промплощадка объединяет строения, стоянки техники, склады ГСМ и прочие территории с постоянным антропогенным присутствием. Внутри техногенного контура часто остаются не нарушенные участки, которые следует выделять в соответствии с их биотопическими особенностями (поймы, долины, леса по породе и возрасту, кустарники, луга, россыпи и пр.).

В таблице приведена характеристика трех модельных участков, различия экологической структуры которых, в основном определяются возрастом отработки месторождения.

Внешний отвал обычно располагается не далее 400 м (200-380 м) от кромки карьера, его размер определяется возможностью внутрикарьерного размещения пустой породы. Наиболее однородна форма отвалов, меньше карьеров (трехкратная) и наибольшая промплощадок (десятикратная).

Таблица

Экологическая структура модельных участков Кара-Кечинского месторождения

Экологический контур	№1			№2			№3		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Промплощадка	3,9	5,8	48,4	0,2	0,7	10,9	6,9	5,7	117,7
Карьер	4,3	6,5	57,7	0,9	3,0	17,1	7,9	6,5	87,6
Отвалы: внешний, в т.ч.	45,6	68,7	283,5	24,0	80,0	207,4	105,6	87,8	393
откос/шлейф внутренний	8,6		87,5	4,8		51,3	20,8		108,3
Водоем	0,5	0,8	11,1	3,4	11,3	33,0			
Не нарушенные участки	12,1	18,2	28,3	1,5	5,0	9,1			
Всего	66,4	100,0		30,0	100,0		120,4	100,0	

1 – площадь, га; 2 – доля контура, %; 3 – коэффициент формы, S/L

Учитывая высокогорное расположение месторождения, следует рекомендовать отсыпку горной породы в пониженные элементы рельефа без постоянного поверхностного стока. Это позволит создать участки с наиболее благоприятными формированиями альпийских лугов.

Карьерные водоемы необходимо соединять русловыми канавами с водотоками для естественного зарыбления и включения в ландшафтную гидросеть, если они не будут искусственно зарыбляться и в них вестись рыбное хозяйство.

#### Литература

1. Шишкин А. С. Классификация техногенных территорий // Лесная таксация и лесоустройство. – 2012. – № 1(47). – С. 142–148.
2. Шишкин А.С. Организация биологического мониторинга на отвалах Бородинского разреза // Природно-техногенные комплексы: рекультивация и устойчивое функционирование: Сб. мат. межд. научн. конф. 10 – 15 июня 2013 г. Под редакцией В.А. Андроханова (отв. ред.). Новосибирск: издательство Окарина,

## АНАЛИЗ ЗАПЫЛЕННОСТИ И ЗАГАЗОВАННОСТИ АТМОСФЕРЫ ГЛУБОКИХ КАРЬЕРОВ

*Петророва Л.И.*

Ташкентский государственный технический университет

В настоящее время проблема борьбы с ядовитыми выбросами в атмосферу рабочей зоны карьеров вообще, а тем более глубоких карьеров при производстве горных работ является одной из сложнейших при добыче полезных ископаемых открытым способом.

Горнодобывающие предприятия Узбекистана, такие как Алмалыкский и Навоийский горно-металлургические комбинаты при разработке месторождений достигли больших глубин карьеров, что в значительной степени увеличило запыленность и загазованность, особенно на нижних горизонтах разработки.

Атмосферный воздух на карьерах представляет собой смесь газов, основными из которых являются азот (79%), кислород (20,96%) и углекислый газ (0,04%). Кроме того, в воздухе в различных объемах содержатся водяные пары и тонкодисперсная пыль. В воздухе на карьерах помимо перечисленных газов содержатся такие ядовитые газы и пары, как окислы азота, окись углерода, сероводород, сернистый газ и альдегиды. Горная промышленность является существенным ускорителем процесса обмена газообразными продуктами техногенной деятельности, так как в процессе добычи минерального сырья реализуются технологии, связанные с освобождением огромных масс газов (как природных, так и техногенных). В процессе проветривания рудников в атмосферу попадают взвешенные фракции пыли размером менее 2 мкм, доля которых достигает 50%. На 1 м<sup>3</sup> добычной руды приходится 0,2 кг пыли или 40 литров условной окиси углерода. Интенсивность выпадения пыли достигает фоновых величин только на расстоянии 3-10 км от источника [1]. Общая интенсивность выделения пыли и вредных газов в атмосферу карьера (мг/с) нами определялась по формуле:

$$G_{об} = \dots$$

где  $g_t$  – интенсивность выделения вредностей из внутреннего точечного источника, мг/с;  $g_{л}$  – интенсивность выделения вредностей из внутреннего линейного источника, мг/с;  $g_{р.р.}$  – интенсивность выделения вредностей из внутреннего равномерно распределенного источника, мг/с;  $g_{вн}$  – интенсивность поступления в карьер вредностей от внешнего источника, мг/с. Из буровой техники наибольшую опасность по запылению воздуха представляет работа станков шарошечного, пневмоударного бурения.

По нашим замерам средняя концентрация пыли на рабочей площадке у бурового станка СБШ-250 без пылеподавления составило 176,3 мг/м<sup>3</sup>, а в кабине машиниста снизилось до 52,6 мг/м<sup>3</sup>. При пылеподавлении с использованием воздушно-водяной смеси концентрация пыли на рабочей площадке уже составило 3,5 мг/м<sup>3</sup>, а в кабине машиниста до 2 мг/м<sup>3</sup>.

При массовых взрывах образуется большое количество пыли и вредных газов. Часть их в виде пылегазового облака удаляется из карьера, а остальные остаются во взорванной горной массе и на участках, примыкающих к взорванному блоку. Как показывает анализ ядовитых газов, остающихся после взрыва в карьере, основным из них является окись углерода. Следы окислов азота сохраняются в течение 30—60 мин, а внутри взорванного массива от 2 до 6 ч. Пылегазовое облако менее чем за минуту при массовом взрыве достигает высоты от 140 до 300 м. При этом происходит выравнивание температур газов в облаке и в окружающей воздушной среде, после чего облако начинает перемещаться ветром в соответствии с главенствующим направлением розы ветров. Это сопровождается также выделением

крупных пылевых фракций. Выпадение же более мелких фракций на крупных карьерах происходит на значительном расстоянии, проходимых облаком на расстоянии более 2-3 км. При удельном расходе взрывчатых веществ (эмульгит -40) от 0,75-0,8 кг/м<sup>3</sup> образуется от 0,006 до 0,15 кг пыли на кубический метр взорванной горной массы, а начальная концентрация пыли в облаке достигает 1800 мг/м<sup>3</sup>

Интенсивность выделение в атмосферу карьера вредных газов в технологических процессах рудопереработки составило по нашим замерам от двадцати пяти одноковшовых экскаваторов типа мехлопаты ЭКГ-8и - 2,6 г/сек: -16 автосамосвалов БЕЛАЗ 548 - 17,6 г/сек. В случае применения после реконструкции ленточных конвейеров пылевыведение может составить с одного метра ленточного конвейера до 35-42 мг/с. Эффективным методом пылеподавления при работе экскаваторов в забоях является осаждение взметнувшийся пыли воздушно-водяными струями, при их применении концентрация пыли в кабине снижается с 2,3- 8,5 до 0,1-1,3 мг/м<sup>3</sup>, а за пределами с 2,1 – 7,6 до 0,2-1,3 мг/м<sup>3</sup>.

При транспортировании горной массы наиболее опасным по пылевому и газовому факторам является автомобильный транспорт. в результате взаимодействия колес с поверхностью дороги образуется пыль. Её интенсивность зависит от материала верхнего покрытия дороги, грузоподъемности и скорости движения машин и т.д. Исследованиями установлено, что концентрация пыли в зоне автодорог достигает 60-80 мг/м<sup>3</sup>, а интенсивность 8500-12000 мг/с. Токсичные компоненты в отработанных газах двигателей большегрузных дизельных автосамосвалов на Кальмакырском карьере составляют - по окиси углерода 0,02 -0,65; по окислам азота 0,0130 – 0,600; по углеводородам 0,120 – 0,560; по альдегидам 0,02 – 0,08. Содержание сажи в дизельных крупнотоннажных автосамосвалах на карьере в период замера колебалась от 0,6 до 0,85 г/м<sup>3</sup>. Основные схемы циклично-поточной технологии связаны с дроблением и грохочением горной массы на самоходных и полустационарных установках, а также применением специальных конвейеров для транспортирования горной массы. Основными источниками пылевыведения в них является загрузка горной массы в приемный бункер, узлы перегрузки материала, включая перегрузку с консольного конвейера на забойный, грохот и дробилки. Здесь целесообразно использовать пылеподавление, пылеулавливание и их совместное сочетание. В местах загрузки дробимого материала возникают восходящие потоки, скорость которых по нашим замерам достигает 0,5-0,7 м/с, а при холостом ходе не превышает 0,2 м/с. При комбинации различных видов транспорта возникают дополнительные источники пылеобразования, связанные с перегрузкой горной массы с одного вида транспорта на другой. Так на экскаваторно-перегрузочном пункте карьера «Кальмакыр» целесообразно установить гидромониторную установку, к которой подается вода из гидроотвода по трубопроводу диаметром 0,20 м с насадкой диаметром 25 мм, при этом конструкция гидромонитора может обеспечить изменение направления струи в горизонтальной плоскости на 360<sup>0</sup>, а вертикальной до 150<sup>0</sup>. Расход воды при этом не превысит 300 м<sup>3</sup>/ч и обеспечит дальность струи на 50-60 метров.

Основным направлением при пылеподавлении является связывание пыли непосредственно в местах ее образования. При орошении поверхности, состоящей из гидрофобной пыли, для предотвращения сдувания она должна быть покрыта водяной пленкой. Толщина ее для различных материалов является величиной переменной, ее можно принять, равной диаметру капель, которые падают на пылящую поверхность. Максимальный размер капель не превышает 5,0 -6,5 мм.

Для улучшения атмосферы рудных карьеров целесообразно проводить взрывные работы сдвоенными высокими уступами в зажатой среде в условиях обводненных скважин короткозамедленным взрыванием, а также перейти на нижних горизонтах карьеров на прогрессивную циклично-поточную технологию, что позволит значительно снизить запыленность и загазованность карьеров.



#### Литература

1. Петросова Л.И., Хасанова О.Т. Методические указания «Исследование запыленности воздуха в рабочей зоне» ТашГТУ. Ташкент.2011.

### АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЕ БУРОВЗРЫВНЫХ И ВЫЕМОЧНО-ПОГРУЗОЧНЫХ РАБОТ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

*Насиров У.Ф., Очиллов Ш.А.*

Ташкентский государственный технический университет, Узбекистан

Увеличение производственной мощности и глубины карьеров приводит к концентрированному техногенному воздействию на окружающую среду, в результате чего ухудшается состояние среды обитания человека. Такое воздействие складывается из нарушения земной поверхности в результате ведения горных работ и складирования отходов производства, геохимического загрязнения земель пылегазовыми выбросами карьеров, нарушения гидрогеологического режима на прилегающей к карьере территории и т.п. В то же время анализ теории и практики строительства глубоких карьеров показывает, что при совершенствовании технологии и техники открытых горных работ одновременно с улучшением технико-экономических показателей добычи неизбежно уменьшается экологический ущерб окружающей среде. Эта тенденция прослеживается практически по всем процессам горного производства.

*Буровые работы.* Развиваются по пути совершенствования станков шарошечного и пневмоударного бурения с подавлением пыли водой или ее улавливанием с помощью циклонных установок.

*Взрывные работы.* Взрывные работы наиболее широко используются для подготовки пород к выемке благодаря технологичности и возможности быстрого дробления до необходимой степени значительного объема скальных горных пород. Они характеризуются следующими обобщенными показателями:

- полезная работа взрыва менее 1-2 % потенциальной энергии заряда ВВ;
- потери минеральных ресурсов в результате снижения качественных характеристик ниже экономической и технологически допустимых кондиций, в отдельных случаях, достигают 70 %;
- при массовых взрывах на высоту до 150-200 м выбрасывается 40-50 тыс.м<sup>3</sup> газов и 150-200 т пыли, которые рассеиваются на расстоянии около 15 км.

С учетом этого взрывные работы совершенствуются по пути увеличения доли полезной работы взрыва, сокращения потерь минерального сырья и уменьшения пылегазовых выбросов. Для этого [1]:

- интенсивно внедряются дешевые и безопасные в применении эмульсионные взрывчатые вещества (ВВ), использование которых позволяет регулировать энергию скважинных зарядов и уменьшает выбросы газов в атмосферу карьеров;
- взрывные работы ведутся в «зажатой» среде, что уменьшает деформацию массива при взрыве и выбросы газов в атмосферу карьера;
- взрывные работы ведутся малым количеством ВВ, что значительно сокращает объем единичного пылегазового облака, высоту его подъема и расстояние распространения;
- применяется забойка скважинных зарядов на жидкостной основе, что уменьшает пылегазовые выбросы и их распространение по прилегающей территории;
- увеличивается высота взрываемых уступов, что уменьшает выбросы пыли и газов в атмосферу карьера при повышении степени полезного использования энергии заряда ВВ.

*Выемочно-погрузочные работы.* При разработке скальных массивов горных

пород еще долгое время основной выемочно-погрузочной машиной будет экскаватор типа «механическая лопата» с тросовым или гидравлическим приводом рабочего органа, а также ковшовые погрузчики фронтального действия. Причем, в глубоких карьерах с динамично развивающейся рабочей зоной, крутыми откосами бортов и дефицитом полезного рабочего пространства предпочтение, по-видимому, следует отдавать мобильным выемочно-погрузочным машинам с автономным энергообеспечением (фронтальные погрузчики, гидравлические экскаваторы с двигателем внутреннего сгорания и т.п.).

При выборе типа экскаватора следует учитывать тот факт, что при одинаковой вместимости ковша, высота забоя для тросового экскаватора в 1,3-1,4 раза выше, чем для гидравлического экскаватора, что связано с особенностями конструкции их рабочих органов. Не следует забывать также о том, что от линейных размеров экскаватора зависят не только высота разрабатываемого уступа и производительность оборудования, но и уровень селективности разработки забоев, влияющий на потери и разубоживание полезного ископаемого. Последний аргумент весьма важен при разработке месторождений сложного строения.

Совершенствование выемочно-погрузочных работ в той или иной степени направлено на уменьшение жесткой зависимости параметров оборудования от высоты отрабатываемого уступа и сокращение потребляемых ресурсов при его эксплуатации. В первом случае развитие идет по пути создания фрезерных машин, способных разрабатывать породы без предварительного рыхления каким-либо способом, а во втором – по пути создания техники непрерывного действия, способной разрабатывать взорванные скальные породы [2,3,4].

Таким образом, при ведении взрывных работ следует ориентироваться на применение простейших составов ВВ собственного приготовления, характеризующихся низкой стоимостью, высоким уровнем безопасности и уменьшенным воздействием на окружающую среду, какого-либо существенного изменения технологии и техники выемочно-погрузочных работ в глубоких карьерах не предвидится, а ориентироваться следует главным образом на традиционное выемочно-погрузочное оборудование – экскаваторы циклического действия «механическая лопата» и ковшовые погрузчики фронтального действия.

#### **Литература**

1. Сытенков В.Н., Шеметов П.А. Мурунтау в середине пути. //Металлы Евразии. – 2002, № 2. С.20-22.).
2. Рубцов С.К., Шлыков А.Г., Шеметов П.А. Повышение эффективности буровзрывных работ на карьерах комбината// Горный журнал. – 1998, №8. С. 41-45.
3. Шеметов П.А., Насиров У.Ф., Очилов Ш.А. Анализ технологической схемы развития горных работ на карьере «Мурунтау»// Известия вузов. Горный журнал. – 2015, №1. С. 23-27.
4. Сытенков В.Н. Управление пылегазовым режимом глубоких карьеров. – М.: ООО «Геоинформцентр», 2003. – 288 с.
- Воробьев А.Е., Пронин А.Я., Бычков А.Я., Бальбашев А.А., Петров В.И. Расчет электровзрывных сетей. Практические работы по разрушению горных пород взрывом. – М.: Из-во РУДН, 2009. – учебно-методическое пособие по дисциплине «Разрушение горных пород».
- Каргинов К.Г., Воробьев А.Е., Чекушина Т.В. Возможность селективного разупрочнения горных пород и руд в зависимости от их минерального состава и параметров взрыва // Материалы Международного симпозиума «Геотехнология: нетрадиционные способы освоения месторождений полезных ископаемых». – М.: Изд-во РУДН, 2003. – С. 187-191.
- Воробьев А.Е., Чекушина Т.В., Лоцев Г.В., Кхан Форрух, Чекушина Е.В., Аламгид Мд Элементы теории и практики взрывного разрушения угольных пластов // Сборник

докладов Международного семинара «Передовые технологии проектирования буровзрывных работ на карьерах», Республика Кыргызстан, оз. Иссык-Куль, 2006. – С.135-137.

## **ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ ОБСЛУЖИВАНИИ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ГОРНО-ШАХТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ<sup>1</sup>**

*Воробьев А.Е.<sup>1</sup>, Ляшенко В.И.<sup>2</sup>, Кислый Б.П.<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Российский университет дружбы народов, г. Москва, Российская Федерация

<sup>2</sup>Государственное предприятие «Украинский научно-исследовательский и проектно-испытательский институт промышленной технологии», г. Желтые Воды, Украина

<sup>3</sup>Ремонтно-механический завод ГП «ВостГОК», г. Желтые Воды, Украина

Применение самоходного пневмоколесного транспорта позволяет ускорить проведение подготовительных работ, сократить сроки ввода в эксплуатацию горного предприятия и время начала добычи полезного ископаемого [1,2]. Преимуществом самоходной техники перед другими видами транспорта в поземных условиях является мобильность, универсальность, возможность быстрой переброски на новые участки работы. Поэтому обеспечение экологической безопасности при обслуживании гидравлического горно-шахтного оборудования на основе его совершенствования, интенсификации производственных и вспомогательных процессов, – вот те важные, имеющие научное, практическое и социальное значение задачи, требующие решения.

Специалистами отрасли, совместно с ведущими научными центрами стран СНГ созданы механизмы, средства контроля и управления, которые могут успешно применяться на предприятиях цветной и горно-металлургической промышленности [3,4]. Ценность кооперации заключается в том, что ГП «ВостГОК» имеет возможность работать по замкнутому циклу: разработка новых изделий, изготовление опытных образцов, испытание и сдача приемочной комиссии, выполнение работ по заявкам заказчиков.

В настоящее время на комбинате внедрено около 80 единиц гидравлических машин с дизельным и электрогидравлическим приводом (в том числе шведской фирмы Atlas Copco и других фирм). Такое расширение парка гидравлических машин с дизельным и электрогидравлическим приводом требует внесения в организацию эксплуатации, технического обслуживания и ремонта этой техники значительных изменений. Настало время организации подземных мастерских по обслуживанию и ремонту этих машин. Мастерские должны быть оборудованы следующими техническими средствами: колонкой монтажной телескопической грузоподъемностью до 500 кг, предназначенной для монтажа и демонтажа крупногабаритных узлов горно-шахтного оборудования при обслуживании и ремонте в подземных условиях шахт; наплавочно-расточной станок; смотровая яма; устройство для демонтажа шин с диска машины с использованием домкрата гидравлического типа; мойка для деталей; слесарный инструмент (комплект); обдирочно-заточной станок; настольно- сверлильный станок; винтовой или гидравлический пресс; оборудованные посты электрической и газовой сварки; домкраты гидравлические для ремонта колес; стенд для регенерации масел; комплект измерительных приборов и стендов для проведения диагностики.

В камеру должна быть подведена электроэнергия; линия телефонной связи; магистраль сжатого воздуха от шахтной сети; место и оборудование для подогрева

<sup>1</sup> Работа выполнена при содействии специалистов НПК «А и М»: П.А. Кислого, Н.Н. Швеца, В.С. Алёхина, А.И. Алёхина и др.

воды; приточная вентиляция должна быть выполнена в соответствии с требованиями СНиП для тупиковых выработок подземных рудников; магистраль холодной воды. Должны быть установлены контейнеры для сбора и транспортирования: отработанных масел, гидравлических шлангов, промасленного обтирочного материала, металлолома и т.д. Освещенность рабочих мест оператора и слесарей – ремонтников должна соответствовать требованиям СНиП и оборудован склад материалов и запасных частей (Фото).



Фото - Ремонтный модуль фирмы AtlasCopco (расположение инструмента и приспособлений внутри модуля)

При технических обслуживаниях, текущих и капитальных ремонтах дизельной и электрогидравлической техники в подземных условиях шахт являются:

отработанные масла, аккумуляторы, шины, шланги высокого давления, уплотнительные манжеты, масляные фильтры, тормозная жидкость, отработанные моющие вещества и электролит;

обтирочная и промасленная ветошь, металлолом и огарки сварочных электродов;

вода и растворы, использовавшиеся для дезактивации горно- шахтного оборудования(ГШО) перед проведением ремонтов, а для урановых шахт- радиоактивный ил.

**Промышленные отходы.** Полученные в процессе технического обслуживания и ремонта ГШО, при ненадлежащем их сборе, хранении и утилизации, могут быть причиной производственного травматизма и источником загрязнения окружающей среды. В условиях сложной экономической ситуации на многих горных предприятиях промышленные отходы всегда передаются для утилизации на специализированные предприятия по переработке промышленных отходов. В результате чего промышленные отходы скапливаются на территории шахт, сжигаются или же проводится их захоронение в непригодных для этой цели местах. Такие действия приводят к случаям серьезного загрязнения окружающей среды. Кроме того, за сверхнормативные накопление промышленных отходов, несвоевременную их утилизацию или же незаконное захоронение, на предприятия накладываются штрафные санкции. Это приводит к значительным финансовым потерям.

**Переработка шин.** Утилизация шин становится актуальной проблемой на горных предприятиях. Низкотемпературный пиролиз позволяет разложить резиновые шины на их составляющие компоненты. Каждый из них можно использовать в разных целях. Например, после разложения шин получается топливо и электроэнергия. А такие методы, как закапывание на полигонах или же выбрасывание в лесу или карьерах, - это не переработка шин, а загрязнение окружающей среды.

**Масла.** В составе гидравлических масел крайне нежелательно наличие **механических примесей и воды.** Вследствие малых зазоров рабочих пар гидросистем наличие загрязнений может привести не только к износу элементов гидрооборудования, но и к заклиниванию деталей.

**Нефтесодержащие отходы.** Их огневая переработка неэффективна с точки

зрения рационального природопользования и приводит к загрязнению окружающей среды.

**Экологические проблемы.** Они осложняют присутствие в аккумуляторных батареях, кроме свинца, количество которого в общей их массе составляет 55-68%, и пластмассы (15-20%), экологически вредных сурьмы (1-3%) и серной кислоты (10-15%). Во многих странах СНГ большая часть свинецсодержащих аккумуляторов в связи с недостатком заготовительных пунктов и перерабатывающих предприятий оказывается на свалках бытовых отходов или же хранятся на ненадлежащем оборудованных складах, что приводит к попаданию свинца в почву и подземные воды.

Таким образом, современная техника требует нового подхода к технологическим процессам при осуществлении технического обслуживания и ремонта горно-шахтного оборудования. Актуальным становится вопрос создания подземных ремонтных баз для сокращения сроков выполнения обслуживания и ремонтов с целью уменьшения затрат за счет непроизводительного простоя дорогостоящего оборудования. Авторами определены перечень, структура и объемы работ, необходимые для обоснования модернизации и усовершенствования ремонтной базы на шахтах ГП «ВостГОК». Доказано, что создание эффективной и низкочастотной системы технического обслуживания и ремонта наукоемкой дорогостоящей техники позволит снизить затраты на производство руды и снизить стоимостную составляющую закиси-оксида урана в цене тепловыделяющих створов.

#### *Литература*

1. Добыча и переработка урановых руд. Монография. Под общей редакцией А.П. Чернова. Киев. «Адеф - Украина». 2001, - 238 с.

2. Ляшенко В.И., Кислый П.А., Кислый Б.П. Совершенствование горного оборудования для уранового производства Украины//Цветная металлургия. - 2012. - №6. - С.18-31.

3. Воробьев А.Е., Ляшенко В.И., Кислый Б.П. Повышение эффективности горных работ на урановых шахтах Украины//Материалы 12-й международной конференции «Ресурсовоспроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр».- Университет Занджана (Иран) и Российский университет дружбы народов (Россия). Иран. 16-20 сентября 2013 г.- Том 1.-С.41,42.

4. Воробьев А.Е., Ляшенко В.И., Кислый Б.П. Гидравлическое горно-шахтное оборудование – веление времени////Материалы 13-й международной конференции «Ресурсовоспроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр».- Грузинский технический университет(г.Тбилиси) и Российский университет дружбы народов (Россия, г.Москва).Грузия 15-21 сентября 2014г. Том 1.-С. 153 – 155.

### **НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПЕРЕРАБОТКИ И УТИЛИЗАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ ОАО «АПАТИТ»**

*Вдовина О.К.<sup>1</sup>, Высокинская Р.В.<sup>2</sup>, Лаврусевич А.А.<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Институт минералогии, геохимии и кристаллохимии редких элементов (ИМГРЭ), МПР РФ

<sup>2</sup>Уральский филиал Академии стандартизации, метрологии и сертификации (АСМС),

<sup>3</sup>Национальный исследовательский университет ФГБОУ ВПО (МГСУ),  
Минобрнауки РФ

Последствия разработки месторождений на окружающую среду (ОС) всем хорошо известны. Материал горнопородных отвалов (ГПО) и хвостохранилищ активно влияет на состояние ОС, что способствует трансформации природных ландшафтов и решающую роль тут играет миграция вод, изменённых в результате контакта с

отходами горнорудного производства [1].

Исследованиями последних лет установлено, что в России к настоящему времени накоплено свыше 50 миллиардов тонн техногенных отходов, содержание металлов в которых нередко превышает их содержание в рудах, извлекаемых из недр и поступающих на обогащение. Однако, до настоящего времени техногенные месторождения используются в незначительных масштабах. Вместе с тем, перспективность их использования очевидна, так как решает ряд экономических и социальных проблем [2].

Исследования проводились в рамках Госконтракта «Оценка изменения качества подземных вод районов деятельности горнодобывающих предприятий как показатель накопленного экологического ущерба» в Хибинском рудном районе Мурманская области. Территория исследований включала месторождение Кукисвумчорр, действующие Кировский и Расвумчоррский рудники, а также апатит-нефелиновые обогатительные фабрики (АНОФ-1, АНОФ-2, АНОФ-3) и зоны их влияния.

Месторождение Кукисвумчорр приурочено к Хибинскому щелочному массиву, с которыми и связаны крупные залежи апатита.

Месторождение апатитов Кукисвумчорр было открыто в 1926 году, его разработка началась в 1930 г. Сейчас разработка ведется открытым и закрытым способом. Как показывает практика, долгосрочная разработка месторождений, не только генерирует серьезные, накапливающиеся со временем, негативные изменения ОС, но вынуждает искать пути их решения. Один из них это — ревизионная оценка с дальнейшей переработкой отвалов. Данная задача является весьма социально значимой и в аспекте решения ресурсно-экологических проблем. Для ревизионной оценки горнопородных отвалов и хвостохранилищ на ОС, а так же для химической индикации минеральных классов крупности гранулометрического анализа был изучен обломочный материал отвалов по гранулометрическим классам крупности: для ГПО - 5-2 мм, 2-1 мм, 1-0,5 мм, 0,5-0,25 мм, 0,25-0,1 мм, 0,1-0,044 мм, 0,044-0,02 мм и меньше 0,02 мм и хвостохранилищ - 0,5-0,25 мм, 0,25-0,1 мм, 0,1-0,044 мм, 0,044-0,02 мм и меньше 0,02 мм; определение микроэлементного состава отобранных проб комплексом методов: спектральным полуколичественным анализом (СПКА), масс-спектрометрическим методом с индуктивно связанной плазмой (ICP MS).

Результаты аналитических исследований показали практически полную идентичность микроэлементного состава сопряженных гранулометрических классов, как в литохимических пробах отвалов, так и хвостохранилищ. Поэтому, изученные гранулометрические классы были укрупнены, т. е. попарно объединены. Анализ химического состава в пределах классов крупности рудничных отвалов и хвостохранилищ показал весьма значительные вариации содержаний элементов.

Так, при сравнении микроэлементных составов классов крупности рудничных отвалов обращает на себя внимание идентичность ассоциаций элементов накопления (B, Sc, Ti, Ba) в двух наиболее крупных классах – 5,0-1,0 мм и 1,0-0,25 мм. Следующий по крупности класс (1,0 – 0,25 мм) также характеризуется концентрированием относительно небольшого числа элементов - P, Ga, Cr и Sr, тогда как в наиболее тонком классе (0,044-0,02 мм и меньше 0,02 мм) их количество значительно возрастает. В порядке убывания степени накопления они образуют следующий ряд: Cu, Pb, Zn, Be, Au, Y, Yb, Sc, Zr, Nb.

Для хвостохранилищ, в целом, также характерно увеличение числа элементов накопления в тонких гранулометрических фракциях. При этом, микроэлементный состав наиболее грубых фракций ( $\geq 0,044$  мм) хвостохранилищ и отвалов обнаруживает значительное сходство с перемещением концентраций некоторых элементов между отдельными фракциями.

В тонких фракциях хвостохранилищ концентрируются - Cu, Pb, Zn, Co, Mn, Y, Yb, Ce, La, P, Ti, V, Cr, Be, Au, Sn, As, Sr, Nb. Как видим, число элементов накопления

тут значительно превышает количество элементов в аналогичной ассоциации породных отвалов. Там же накапливаются редкие и редкоземельные металлы (РЗМ). В наибольших количествах накапливается церий – до 300 г/т, далее лантан – до 220 г/т, что уже составляет в сумме 520 г/т. И это данные всего лишь СПКА, который идентифицирует далеко не все РЗМ. По многочисленным публикациям известно, что МПИ Хибин в промышленных количествах содержат металлы иттриевой группы, которые практически отсутствуют в монацитовых и бастенизитовых рудах. А эти металлы - на два, а то и три порядка дороже, чем более распространенные металлы цериевой группы.

Особенно интересно отметить нахождение золота в тонких фракциях как ГПО, так и хвостохранилищ. Причем оно отмечается как в хвостах действующей фабрики АНОФ-2, так и в составе рекультивированных отвалов АНОФ-1. Содержание золота в отдельных пробах достигает 3-4 г/т по данным ПКСА, а по данным ICP-MS – 0,1-0,2 г/т [3].

Комплексная переработка всего апатитового сырья позволила бы производить около 40 тыс. тонн редких земель в год. По нашим же подсчетам запасы только одного Се в хвостах только АНОФ-2 составляют 280 тыс. т. К тому они находятся в виде тонкодисперсных фракций, т.е. уже готовый «концентрат» золота и РЗМ. Все это особо актуально сейчас, когда РЗМ чрезвычайно востребованы промышленностью.

#### **Литература**

1. Вдовина О.К., Лаврусевич А.А. и др. Химический состав фракций обломочного материала горнопородных отвалов и хвостохранилищ как основа оценки потенциальной геоэкологической опасности районов деятельности горнорудных предприятий // Вестник МГСУ. № 8/2014. С. 153-158.

2. Макаров А.Б., Талалай А.Г. Техногенно-минеральные месторождения Урала (особенности состава и методологии исследования) // Техногенез и экология: Информационно-тематический сборник / Отв. ред. А.Г. Талалай. – Екатеринбург: Уральская государственная горно-геологическая академия. – 1999. С. 4-41

3. Спиридонов И.Г., Вдовина О.К., Наумов К.А., Высокинская Р.В. Перспективы выявления техногенного месторождения золота в Хибинском рудном районе // Ресурсовоспроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр: материалы XIII Международной конференции (Москва – Тбилиси 15-21 сентября 2014 г.), С. 25.

4. Воробьев А.Е., Данилова Е.В. Аудит технологии переработки редкоземельных апатитовых руд // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Инженерные исследования. 2013. № 4. С. 36-40.

### **МОДЕЛЬ СТРОЕНИЕ ТЕРРИКОНА**

*Воробьев А.Е.<sup>1</sup>, Джимиева Р.Б.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>РУДН, <sup>2</sup>СКГТУ, Россия

Для выделенного технологического типа терриконов, как наиболее распространенного на территории Кызылкийского бурогоугольного месторождения, были построены базовые графические модели (рис. 1), отражающие особенности их внутреннего строения и характерного физического состояния.

При моделировании внутреннего строения терриконов угольных шахт в качестве основного вещественно-структурного аналога был принят негорящий террикон.

Этот террикон характеризовался следующими параметрами: длина 120 м, высота около 60 м, средняя ширина по основанию около 100 м, объем складированной породы примерно 250 000 м<sup>3</sup>, угол откоса примерно 45°.

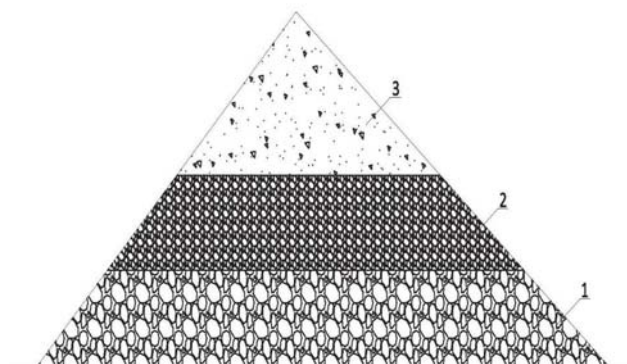


Рис. 1. Структура террикона по гранулометрическому составу:  
Зоны: 1 - крупноблоковая; 2 - среднеблоковая; 3 - мелкоблоковая

Для получения объемного представления о внутреннем строении терриконов было проведено натурное моделирование процессов сегрегации в лабораторных условиях (с использованием методик В.М. Меркулова), на основе прозрачной стенки.

Материалом для такого физико-механического моделирования служила дробленая горная порода, выдаваемая из угольной шахты, гранулометрический состав которой соответствовал гранулометрическому составу породы, поступающей в отвал (с учетом масштаба моделирования).

Проведенные исследования подтвердили вывод о том, что при отсыпке дробленных горных пород под откос более крупные куски горной массы катятся преимущественно дальше мелких, скапливаясь в нижней части террикона.

Отобранные геологоразведочные пробы, с учетом внутреннего строения террикона, были объединены в три гранулометрические контрастные сопряженные зоны, которые наиболее отчетливо проявляются в его продольном вертикальном разрезе.

Как видно из рисунка, выделенные зоны, имея приблизительно равные мощности, отличаются по гранулометрическому составу и содержанию горючих материалов. Эти зоны, с учетом выявленных различий были названы соответственно: крупноблоковой (более 150 мм), среднеблоковой (50–150 мм) и мелкоблоковой (менее 50 мм), а внутри этих фракций также имеется определенное чередование крупнообломочных слоев со слоями мелочи.

Результаты моделирования изученных терриконов Кызылкийского бассейна показали, что складирование дробленных горных пород в конических отвалах (терриконах) обуславливает выраженную зональность внутреннего строения, которая должна учитываться при ее опробовании, исследовании возможностей самовозгорания породных отвалов, а также при их технической и биологической рекультивации.

#### Литература

Воробьев А.Е., Пихота А.Н. Горнотехнические условия разработки угольного месторождения Муз-Булак (Кыргызстан) // Вестник ЗабГК N3. 2010. С. 32-33.

Воробьев А.Е., Чекушина Т.В. и др. Общие закономерности геологического строения угольных терриконов и вулканов // Естественные и технические науки N 2. 2013. С. 144-147.

Воробьев А.Е., Каукенова А.С. и др. **Методы исследований терриконов как малых угольных месторождений** // Естественные и технические науки. 2013. № 6 (68). С. 184-186.

Воробьев А.Е., Мозолькова А.В. Целенаправленное формирование техногенных



угольных месторождений в литосфере // Материалы докладов VII Международной конференции «Новые идеи в науках о Земле», 2005, Т.3. – С. 142.

Воробьев А.Е., Джалил Мд. Аламгир Инновационная технология подземной разработки угольного месторождения Барапукурия (Бангладеш) // Материалы Международной научно-технической конференции «Современные техника и технологии горно-металлургической отрасли и пути их развития». – Навойский горно-металлургический комбинат - Навойский государственный горный университет. – Навои (Узбекистан), 12-14 мая 2010. – С. 158-161.

### МЕРСЕРИЗОВАННАЯ ПРИРОДНАЯ ЦЕЛЛЮЛОЗА В КАЧЕСТВЕ БОРСЕЛЕКТИВНОГО СОРБЕНТА

*Сагинаев А.Т.<sup>1</sup>, Сарсенов А.М.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Атырауский институт нефти и газа, г. Атырау, Казахстан

<sup>2</sup>Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, г. Астана, Казахстан

Одной из наиболее актуальных проблем, стоящих перед человечеством, является проблема чистой воды. Возрастающие требования к качеству процессов водоочистки делают актуальным поиск новых более экологичных и экономичных методов.

Производные целлюлозы, после ее модификации, являются перспективными ионитами и обладают хорошими кинетическими свойствами, т.к. имеют высокую скорость сорбции по причине доступности, после набухания целлюлозы, ее ионогенных групп [1–3]. Эти сорбенты имеют такие достоинства, как дешевизна, доступность, возможность многократного использования, нетоксичность, значительная обменная емкость и т.д.

Из различных видов природной целлюлозы в качестве сорбентов были выбраны, как наиболее подходящие по своим физико-химическим и механическим свойствам, скорлупа грецкого ореха (СГО) и урючная косточка (УК).

Образец природной целлюлозы предварительно измельчают и отсеивают фракцию 1.0-1.5 мм, затем обрабатывают 40%-ным раствором NaOH при температуре 80-90 °С в течение 2-3 часов (мерсеризация). Обработку повторяют 0.1 н раствором той же щелочи. При мерсеризации гетерополисахариды переходят в раствор щелочи. Целлюлозу мерсеризованную (ЦМ) промывают водой до нейтральной реакции и высушивают при 105 °С. ЦМ сама обладает некоторыми сорбционными свойствами к бору, в частности, установлено, что в нейтральной среде статическая обменная емкость СГО из чистых растворов борной кислоты (исходное содержание бора 5 мг/л) составляет 0.080 мг В/г, из водопроводной воды – 0.060 мг В/г (при тех же содержаниях бора), из нее же с ксилитом (мольное соотношение 1:2) – 0.120 мг В/г. Статическая емкость УК из чистых растворов бора равна 0.090 мг В/г, из водопроводной с ксилитом в том же соотношении – 0.180 мг В/г.

Для улучшения качества сорбента ЦМ его модифицировали химически «пришитыми» молекулами шестиатомного спирта (сорбита).

Изучены зависимости извлечения бора из водных растворов на модифицированной ЦМ от исходной концентрации бора, времени контакта и соотношения фаз (Т:Ж). Зависимости исследованы в сравнении с немодифицированной целлюлозой. В статических условиях степень сорбции более эффективна на модифицированной ЦМ и может достигать 95-97%. Оптимальными условиями являются: Т : Ж = 1 : 25,  $\tau_{\text{конт}} = 120 \div 150$  мин.

Модифицированная целлюлоза (МЦ) обладает, в сравнимых условиях заметно большей эффективностью при извлечении бора из водных растворов, чем целлюлоза немодифицированная (НЦ). Модифицированная целлюлоза позволяет, при одном и том

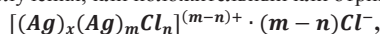
же соотношении фаз, значительно (до 40%) увеличить степень извлечения бора из водных растворов.

Из анализа результатов, проведенных экспериментов можно сделать заключение, что ЦМ при одинаковых условиях не уступает им по эффективности очистки вод от борной кислоты. ЦМ значительно дешевле синтетических сорбентов типа АНБ, т.к. ее получают из отходов целлюлозы, а при модификации используют недефицитные материалы. ЦМ после использования легко регенерировать промыванием 3% раствора соляной кислоты. В динамических условиях модифицированная ЦМ аналогично сорбенту АНБ снижает при одинаковых условиях концентрацию бора в питьевой воде в два раза, как это следует из экспериментальных данных.

Сорбция бора на сорбенте ЦМ протекает, вероятно, по механизму образования донорно-акцепторной связи. Атом бора в борной кислоте имеет свободную *p*-орбиталь, то есть его можно рассматривать в качестве кислоты Льюиса. Как известно, атом, имеющий свободную пару электронов (основание Льюиса) образует донорно-акцепторную связь с атомами со свободной орбиталью, в нашем случае НО-группы «пришитой» к целлюлозе сорбита.

Нами экспериментально было обнаружено, что образцы ЦМ проявляют не только анионообменные и катионообменные свойства, но и обладает способностью поглощать наночастицы металла из водных растворов. Эти свойства проявлялись на ионах и наночастицах серебра.

Наночастицы металлов, образуют мицеллы коллоидных систем, которые имеют, в зависимости от условий получения, или положительный или отрицательный заряд:



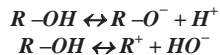
где *x* – число атомов серебра в наночастице;

*m* – число ионов серебра ( $Ag^+$ ) в первом потенциалообразующем адсорбционном слое;

*n* – число ионов хлора ( $Cl^-$ ) во втором адсорбционном слое противоионов ( $m > n$ ).

Коллоидная наночастица с указанной формулой имеет положительный заряд. При избытке в растворе ионов  $Cl^-$  или  $HO^-$ , т.е.  $m < n$ , заряд частицы будет отрицательным.

Целлюлоза проявляет свойства полиамфолита вследствие того, что может диссоциировать двумя путями:



Таким образом, в любом случае, поглощение ионов или наночастиц серебра будет происходить независимо от метода перевода серебра в раствор.

Интерес к получению модифицированной целлюлозы, содержащей серебро, вызван тем, что этот металл обладает выраженными бактерицидными свойствами. Поэтому, такую целлюлозу можно применять как для очистки водных растворов от токсичных веществ, но и для обеззараживания воды от патогенной микрофлоры. Это, в свою очередь, расширяет области применения недорогого, но достаточно эффективного природного соединения – целлюлозы.

#### Литература

1. Тарасевич Ю.И. Природные сорбенты в процессах очистки воды. Киев: Наукова думка, 1981, 172 с.
2. Сарсенов А.М., Сагинаев А.Т., Рсымбетова А.У. Химические и гидрометаллургические методы рекуперации техногенных хром- и борсодержащих вод Западного Казахстана. Алматы: Высшая школа Казахстана, 2002, 274 с.
3. Сагинаев А.Т., Сарсенов А.М., Казиева Н.Б. Борселективные сорбенты на основе мерсеризованной природной целлюлозе // Сб. Трудов Международной научно-практической интернет-конференции «Современные актуальные проблемы естественных наук». Актобе, 2014, т. 1, с. 3-7.

**МИНИМИЗАЦИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО УРОНА ПРИ  
СЕЙСМОАКУСТИЧЕСКОМ ПРОФИЛИРОВАНИИ ДНА МОРСКОГО  
ШЕЛЬФА И ПОЙМ БОЛЬШИХ РЕК НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
КОГЕРЕНТНЫХ ИЗЛУЧАТЕЛЕЙ**

*Хилько А.И.<sup>1</sup>, Калинина В.И.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Россия

<sup>2</sup>Институт прикладной физики РАН (ИПФ РАН), Россия,

Сейсмоакустическая (СА) реконструкция параметров морского дна при поиске морских месторождений углеводородов на морском шельфе, а также в поймах больших рек основывается на использовании мощных источников ударно-взрывного типа. Такие методы наносят большой урон экологии и не обеспечивают требуемой глубины и разрешения восстановления структуры донных слоев и других неоднородностей дна. Использование специальным образом модулированных когерентных сейсмоакустических сигналов от, например, электромагнитных гидроакустических излучателей, и согласованных со средой алгоритмов пространственно-временной обработки (пространственно-частотной фильтрации, когерентного накопления, робастной оценки параметров наблюдаемых неоднородностей) позволяет преодолеть перечисленные трудности. Такой метод образом открывает дополнительные возможности рационального освоения ресурсов, в частности, Арктического шельфа. Метод когерентной сейсмоакустики морского дна позволяет на 20-30 дБ уменьшить уровни зондирующих СА сигналов, что делает метод экологически чистым, и не наносящим существенный урон морской экосфере, что особенно важно для районов в пределах пойм больших рек. Такой метод позволяет и существенно повысить чувствительность и разрешение при реконструкции структуры морского дна в интервалах глубин 0.5-1.5 км, что особенно важно при поиске месторождений газогидратов.

Возможности использования когерентных СА сигналов при зондировании морского дна, исследовались в экспериментах в Каспийском море при подводной буксировке приемно-излучающего комплекса с помощью НИС. Буксируемый подводный аппаратный комплекс состоял из закрепленного на гидросамолете когерентного СА излучателя и горизонтально ориентированной приемной решетки из 25 цифровых гидрофонов. Излучатель буксировался на глубине 30 м в районе с глубинами места, меняющимися в интервале 200÷600 м. Зондирование выполнялось с использованием ЛЧМ импульсов в различных частотных интервалах. Длина импульсов равнялась 0.12 секунд. При мощности излучения порядка 100÷300 Вт в различных частотных диапазонах от 100 до 700 Гц, отношение полезных, отраженных от дна сигналов к шуму менялось от 5 до -15 дБ. Основными помехами при измерениях являлись шумы НИС-буксировщика. Наблюдавшиеся при буксировке шумы НИС, на два ÷ три порядка (в зависимости от частотного диапазона) превышали шумы океана. В проведенных натурных измерениях наблюдалось когерентное сжатие зондирующих ГА ЛЧМ-импульсов в полосе от 100 до 700 Гц, что позволяло при значительном (в ~10÷20 раз) повышении пространственного разрешения, увеличить отношение сигнала к помехе на 10÷15 дБ. При этом реализованное в условиях эксперимента накопление измеряемых сигналов при зондировании позволяло осуществить реконструкцию положения донных слоев с разрешением порядка (5÷50) м, расположенных в интервале глубин (50÷2000) м, что трудно достичь, при использовании некогерентных СА источников. Дополнительное увеличение эффективности когерентного СА зондирования может быть достигнуто при адаптивном (траекторном) накоплении импульсов с использованием априорных данных о структуре дна и данных по позиционированию излучателя и приемной системы, а также эмпирических моделей

локальных вариаций глубин наблюдаемых донных слоев. В соответствие с таким методом при СА зондировании морского дна осуществляется когерентное траекторное накопление (синтез апертуры) отраженных от каждого из наблюдаемых слоев импульсов с учетом эмпирической модели изменения глубины слоев при коррекции вариаций взаимного расположения буксируемых источника и приемной решетки. Для построения эмпирической модели выполняется перебор гипотез о положении и горизонтальной изменчивости каждого из наблюдаемых донных слоев. Оценка конфигурации (глубины и наклона) каждого из наблюдаемых слоев выполняется по результатам когерентного сложения импульсов, осуществляемого вдоль траектории расположения импульсов в пространстве время-задержка. При выборе длины и частотного интервала зондирующих импульсов необходимо учитывать априорную информацию о характеристиках морского дна в районе предстоящих измерений, в том числе и при использовании в качестве зондирующих, пачки импульсов с вобуляцией интервалов между отдельными импульсами. Такой алгоритм накопления обеспечивает адаптивную когерентную пространственно-частотную фокусировку сигналов на каждый из слоев, что позволяет повысить чувствительность зондирования на 40 и более децибел.

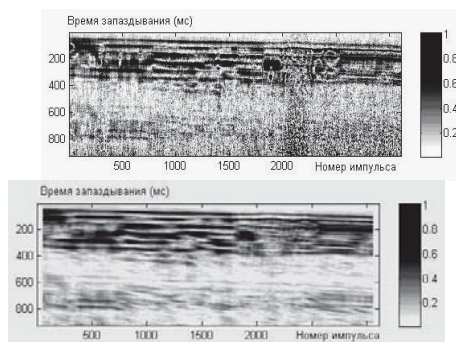


Рис.1. Изображения донных слоев для трассы для акустической трассы «А» при использовании одного импульса (а) и при когерентном накоплении ста ЛЧМ импульсов (б)

Для апробирования когерентного траекторного накопления выполнялись эксперименты по зондированию донных слоев с помощью когерентного СА источника в Каспийском море в пределах полигона измерений, расположенного в интервале координат между точкой ( $42^{\circ} 46' N$ ;  $49^{\circ} 33' E$ ) и точкой ( $42^{\circ} 57' N$ ;  $49^{\circ} 39' E$ ). Измерения рассеянных дном СА импульсов были осуществлены при буксировке изучающей и приемной систем вдоль ряда трасс, длиной от нескольких до десятков километров. На рис. 1 представлены результаты формирования изображения донных слоев для акустической трассы «А» с координатами: начало  $42^{\circ} 56' N$ ;  $49^{\circ} 34' E$ ; конец  $42^{\circ} 50' N$ ;  $49^{\circ} 38' E$ , при использовании одного импульса (рис. 1а) и при когерентном накоплении ста ЛЧМ импульсов (рис. 1б). Излучаемые в полосе 180-230 Гц с периодом 1.5 секунд импульсы подвергались согласованной частотной фильтрации. Отношение уровней полезных сигналов к шумам и помехам в указанных измерениях, которое обуславливалось мощностью источника в указанном частотном диапазоне и уровнем шумоизлучения НИС-буксировщика без траекторного накопления зондирующих импульсов, составляло  $0 \pm 5$  дБ (рис. 1а). Осуществление когерентной фильтрации и траекторного накопления позволило повысить отношение полезных сигналов к шумам и помехам до 15-20 дБ, и оценить параметры донных слоев с высокой достоверностью (рис. 1б). Исходя из полученных экспериментальных данных, при использовании

широкополосных зондирующих импульсов разрешение при реконструкции будет зависеть от интервала глубин, то есть, поле зрения при построении изображения морского дна будет неизопланатичным. В проведенных натурных измерениях наблюдалось когерентное сжатие зондирующих СА ЛЧМ-импульсов в полосе от 100 до 1000 Гц. За счет этого при значительном (в  $\sim 10\div 20$  раз) повышении пространственного разрешения, было достигнуто увеличение отношения сигнал к помехе на  $10\div 15$  дБ. Кроме того, при скоростях буксировки порядка 3 узлов, в районе измерений в Каспийском море наблюдалось когерентное накопление большого числа (до 100) зондирующих импульсов, обеспечившее дополнительное повышение отношения сигнала к помехе до  $\sim 10\div 15$  дБ. Таким образом, в осуществленных измерениях за счет высокой когерентности реализовывалось накопление СА сигналов до 30 и более децибел.

### **ОСОБЕННОСТИ СОДЕРЖАНИЯ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ПОДЗЕМНЫХ ВОДАХ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОГО БАСЕЙНА ЯЧЕИСТЫХ МЕЖКУПОЛЬНЫХ МУЛЬД И ТИПИЧНЫХ КУПолов ПРИКАСПИЙСКОЙ МЕГАВПАДИНЫ**

*Мязина Н.Г.*

ФГБОУВПО Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

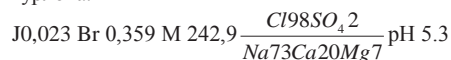
Гидрогеологический бассейн ячеистых межкупольных мульд и типичных куполов (Кайсацкая зона) занимает центральную часть Прикаспийского мегабассейна. По геофизическим данным высота соляных штоков в центральной части впадины достигает 9-10 км., а в направлении к бортовой зоне постепенно уменьшается до 3-3,5 км. Глубина межкупольных мульд достигает 6 км. Здесь могут проявляться резкие гидрохимические и гидродинамические аномалии. За бортовым уступом, в районах внешней части бортовой зоны соленосная толща имеет пластовое залегание и выклинивается на расстоянии 30-100 км от бортового уступа. В центральной части Прикаспия в сводах соляных массивов и куполов отложения надсолевых комплексов отсутствуют из-за стратиграфического выклинивания на поверхности соли. Напротив, мощности этих отложений резко увеличиваются в межкупольных мульдах. Галогенные образования имеют довольно широкое распространение и в разрезах верхней перми, являясь, скорее всего, продуктами растворения и переотложения кунгурской соли в межкупольных депрессиях. Данный факт зафиксирован и в пределах Царынской мульды центральной части Сарпинского мегапрогиба, где были вскрыты соленосные отложения триасового возраста [5].

Водонапорные системы бессолевых мульд с различными хлоридными натриевыми, натриево-кальциевыми (кальциево-натриевыми) рассолами с минерализацией от 36 до 344 г/дм<sup>3</sup>. Где из подсолевого комплекса по ослабленным зонам или флюидопроводящим разломам происходит миграция флюидов в надсолевой этаж с проявлениями гидрохимических и гидродинамических аномалий.

Для центральной и южных частей Прикаспийской впадины отмечается сложный вид вертикальной гидрохимической зональности. В верхней части разреза здесь встречаются воды пестрой минерализации, преимущественно высокоминерализованные (до 100 г/дм<sup>3</sup>), среди которых есть линзы пресных и слабосоленоватых вод. С глубины 200 м и до 450 м отмечается в целом снижение минерализации (до 50 г/дм<sup>3</sup>) и частичное увеличение сероводорода. Ниже следуют воды хлоридные натриевые преимущественно хлоридные натриево-кальциевого состава с минерализацией до 344 г/ дм<sup>3</sup>. Величина минерализации и содержание кальция увеличиваются по мере погружения водовмещающих пород. Для

высокоминерализованных вод отмечается повышенное содержание целого ряда микрокомпонентов (бром, бор, местами йод, стронций, литий), а в составе растворенных газов преобладают углеводороды.

В гидрогеологическом бассейне ячеистых межкупольных мульд и типичных куполов выявлены хлоридные кальциево-натриевые бессульфатные рассолы, в интервалах глубин от 2086 до 2983 м с более высокой минерализацией от 242 до 344 г/дм<sup>3</sup>, J 18-83 мг/дм<sup>3</sup>, Br 182-600 мг/дм<sup>3</sup>. Для более высокоминерализованных вод этого бассейна отмечается повышенное содержание целого ряда микрокомпонентов (J, Br, местами бора, Sr), а в составе растворенных газов преобладают углеводороды. На Индерском куполе с глубины 26 м выведены слабые хлоридные натриевые рассолы с минерализацией 54 г/дм<sup>3</sup>, с содержанием йода 20 мг/дм<sup>3</sup>. На Аралсорской площади при испытании на флюиды получен приток пластовой воды в скважине 25, на глубине 2275-2279, из готерив-барремских песчаников (K<sub>1</sub>g-b). Выявлены хлоридные кальциево-натриевые рассолы хорошо выраженного хлоркальциевого типа с минерализацией 242,9 г/дм<sup>3</sup>, J 23 мг/дм<sup>3</sup>, Br 359 мг/дм<sup>3</sup>. Химический состав воды представлен формулой Курлова.



**Бром** типичный галофильный элемент. Содержание брома в подземных водах зависит не только от литологического состава водовмещающих пород, но и от общих условий формирования подземных вод. Для вод инфильтрационного происхождения, даже при их высокой минерализации, связанной с выщелачиванием и растворением соляных толщ и куполов, содержание брома, как правило, не достигает значительных величин. Например, в Южно-Эмбенском районе на промысле Косчагыл скв. 495 в юрских отложениях выведен хлоридный натриевый рассол с минерализацией 249 г/дм<sup>3</sup> при содержании брома всего 47 мг/дм<sup>3</sup> при отношении rNa/rCl = 1. Такого состава вода при равном содержании хлора и натрия могла образоваться за счет выщелачивания соляных куполов, сложенных преимущественно галитом с ничтожными примесями брома. Этим и объясняется, что в области развития соляных куполов Южной Эмбы широко развиты хлоридные натриевые рассолы с невысоким содержанием брома, и только на межкупольных участках мульд, встречаются воды хлоридные натриево-кальциевого состава, содержание брома в отдельных случаях достигает 500—750 мг/дм<sup>3</sup> (месторождение Конурорпа, Косчагыл и др.).

**Йод** является легколетучим элементом, вместе с углеводородными газами мигрирует в наиболее высокие части геологических структур, замечено что содержание в подземных водах увеличивается по мере приближения к газовым залежкам, находящимся в условиях восстановительной среды по данным Полевой А.И. на целом ряде газовых и нефтяных месторождений.

**Бор** в подземных водах мезозойского возраста юрских и меловых отложений с минерализацией до 100 г/дм<sup>3</sup> колеблется в широких пределах от 3-10 и редко превышает до 20-27 мг/дм<sup>3</sup> (Южно-Эмбенский нефтегазоносный район).

Литий в водах и рассолах мезозойских бассейна концентрация лития 0,5-3 мг/дм<sup>3</sup>. В соляных озерах Прикаспийской впадины концентрация лития достигает 20-26 мг/дм<sup>3</sup>.

**Стронций**, воды Эмбенского артезианского бассейна и нефтегазоносного района в целом содержат не высокие концентрации стронция, особенно в пределах развития солянокупольных структур. Самые низкие концентрации стронция (5-60 мг/дм<sup>3</sup>) наблюдаются в рассолах юрских и пермо-триасовых отложений нефтяных месторождений Северной Эмбы - Джаксымай и Шубар-Кук. Эти рассолы характеризуются наименьшими концентрациями всех микрокомпонентов, хотя общая минерализация их достигает 290 г/дм<sup>3</sup>.

Мезозойская толща Северной Эмбы хорошо промыта пресными водами, так как

она расположена в прибортовой зоне артезианского бассейна, где континентальный период продолжается с верхнемеловой эпохи. В пределах солянокупольных структур солевой состав подземных вод формируется за счет растворения каменной соли, которая содержит очень небольшие концентрации микрокомпонентов, поэтому и рассолы почти их не содержат. Концентрация стронция в этих рассолах почти не зависит от их общей минерализации и глубины залегания. В пределах Южно-Эмбенского района рассолы мезозойских отложений содержат стронция до 500 мг/дм<sup>3</sup>, но обычно 150—200 мг/дм<sup>3</sup> (рис. 38). На Аралсорской площади в хлоридных натриевых рассолах с минерализацией 217 г/дм<sup>3</sup>, содержится стронций 640 г/дм<sup>3</sup>, йода 15, брома 242, лития 3,6 мг/дм<sup>3</sup>.

#### **Выводы**

На территориях развития типичных соляных куполов, открыты месторождения углеводородов Российского сектора Прикаспийской впадины (Верблюжье, Вязовское газовое, Узеньское газонефтяное месторождения и т.д.) в надсолевом этаже. Оценка гидрогеологических условий очень важна при прогнозе нефтегазоносных объектов, а также для обоснования и проектирования геологоразведочных работ, учитывая особенности строения солянокупольных территорий надсолевой толщи. И комплексном использовании выведенных рассолов в бальнеологических целях или как гидроминеральное сырье на (J. Вг. Сг. натриевые, кальциевые, магнезиальные соли).

#### **Литература**

1. Мязина Н.Г. Вертикальная гидрогеохимическая зональность подземных вод Прикаспийской впадины // Геология, география и глобальная энергия. Астрахань. 2013. №4 (51), С. 59-64
2. Мязина Н.Г. Гидрогеохимические особенности рассолов надсолевого комплекса Прикаспийской синеклизы // Геология, география и глобальная энергия. Астрахань. 2013. №4 (51), С. 96-100
3. Мязина Н.Г. Влияние тектогенеза и галогенеза на геохимические особенности рассолов Прикаспийской синеклизы (Северо-Каспийский артезианский бассейн) // Вестник ОГУ. Оренбург. 2014. № 1 (155). С. 136-145.
4. Мязина Н.Г., Кечина Т.М., Черных Н.В. Гидрогеохимические особенности рассолов мезозойского возраста на территории Волгоградской области // Вестник ОГУ. Оренбург. 2014. № 9 (155). С. 133-138.
5. В.А. Жингель, В.М.Абрамов, Ю.А. Герасименко, Н.Г. Мязина. Оценка перспектив нефтегазоносности надсолевых отложений Волгоградского сектора Прикаспийской впадины // Недра Поволжья и Прикаспия. Саратов. 2015. № 2(81). С. 3-14.

### **ЗАГРЯЗНЕНИЯ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО КАСПИЯ БИОГЕННЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ**

*Кенжегалиев А.<sup>1</sup>, Чердабаев М.Т.<sup>2</sup>, Орекешов С.С.<sup>2</sup>, Серикбаев Е.Ж.<sup>2</sup>,  
Сарсенов К.К.<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Атырауский институт нефти и газа МОН РК

<sup>2</sup>Казахская академия региональное отделение МАНЭБ)

Каспийское море отличается от других морей своей замкнутостью и обильной биопродукцией, наряду с этим в последнее время содержанием огромного углеводородного сырья, с аномальным содержанием своем составе серосодержащих соединений, в частности сероводорода [1-4].

В связи с этим из-за последней составляющей моря, в целях сохранения биоразнообразия целенаправленно проводится мониторинговое исследование за

загрязнением компонентов морской среды (водной толщи, донного отложения, биоразнообразия и т.д.).

Начиная с 2007 – 2012 гг года по программе Мангыстауского областного управления по природным ресурсам и природопользованию, а в 2010 – 2012 гг по программе Атырауского областного управления по природным ресурсам и природопользованию в Казахском секторе Каспийского моря проведены мониторинговые исследования с привлечением космической съемки, а 2012 – 2014 гг. в районе месторождения Кашаган вокруг острова «D» [5-8].

В настоящей работе приведены результаты исследования северо-восточной части Казахского сектора Каспийского моря, в основном биогенными элементами.

Таблица 1 – Содержание биогенных веществ в воде Северо-восточного Каспия, июль 2012г.

Станция	Концентрация, мг/дм <sup>3</sup>								
	NH <sub>4</sub>		NO <sub>2</sub>		NO <sub>3</sub>		N <sub>общ.</sub>	PO <sub>4</sub>	P <sub>общ.</sub>
	NH <sub>4</sub>	N-NH <sub>4</sub>	NO <sub>2</sub>	N-NO <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>	N-NO <sub>3</sub>			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0,18	0,14	0,020	0,006	1,3	0,3	0,5	0,03	0,06
2	0,23	0,18	0,023	0,007	<0,5	<0,1	0,4	<0,03	0,03
3	0,19	0,15	0,023	0,007	1,3	0,3	0,5	<0,03	0,07
4	0,21	0,16	0,023	0,007	0,9	0,2	0,4	0,06	0,07
5	0,08	0,06	0,007	0,002	1,3	0,3	0,5	0,03	0,09
6	0,22	0,17	0,020	0,006	0,9	0,2	0,5	0,03	0,06
7	0,04	0,03	<0,007	<0,002	<0,5	<0,1	0,3	0,03	0,08
8	0,26	0,20	0,023	0,007	0,9	0,2	0,4	<0,03	0,08
9	0,06	0,05	0,016	0,005	0,9	0,2	0,4	<0,03	0,06
10	0,05	0,04	0,023	0,007	1,8	0,4	0,6	0,03	0,06
11	0,26	0,20	0,023	0,007	1,8	0,4	0,6	0,4	0,07
12	0,08	0,06	0,007	0,002	0,9	0,2	0,4	0,03	0,06
13	0,04	0,03	0,016	0,005	1,3	0,3	0,5	0,04	0,06
14	0,04	0,03	0,007	0,002	<0,5	<0,1	0,3	0,04	0,07
15	0,04	0,03	0,010	0,003	1,3	0,3	0,5	0,04	0,07
16	0,04	0,03	0,016	0,005	1,3	0,3	0,5	0,06	0,07
17	0,08	0,06	0,007	0,002	<0,5	<0,1	0,3	0,04	0,08
18	0,04	0,03	0,007	0,002	0,9	0,2	0,4	0,06	0,04
19	0,10	0,08	0,016	0,005	0,9	0,2	0,5	0,09	0,06
20	0,12	0,09	0,026	0,008	1,3	0,35	0,4	0,11	0,08
21	0,06	0,05	0,013	0,004	1,3	0,3	0,5	0,03	0,06
22	0,06	0,05	0,010	0,003	0,9	0,2	0,4	0,06	0,05
23	0,09	0,07	0,007	0,002	<0,5	<0,1	0,3	0,06	0,04
24	0,09	0,07	0,007	0,002	0,9	0,2	0,4	0,06	0,05
25	0,12	0,09	0,013	0,004	0,9	0,2	0,4	0,04	0,07
Среднее	<b>0,13</b>	<b>0,09</b>	<b>0,02</b>	<b>0,005</b>	<b>1,0</b>	<b>0,2</b>	<b>0,4</b>	<b>0,06</b>	<b>0,06</b>
ПДК		<b>2,3</b>		<b>0,02</b>		<b>9,1</b>			

Как показана в таблице концентрация биогенных веществ в воде была значительно ниже ПДК.

Содержание аммонийного азота варьировало в пределах 0,03 - 0,20 мг/дм<sup>3</sup> (среднее – 0,09 мг/дм<sup>3</sup>).



Содержание нитритного азота на обследованной акватории составило 0,002 - 0,008 мг/дм<sup>3</sup> (среднее 0,005 мг/дм<sup>3</sup>).

Содержание нитратного азота практически не изменялось по акватории, находясь в пределах: менее 0,1 - 0,4 мг/дм<sup>3</sup>, при среднем содержании - 0,2 мг/дм<sup>3</sup>.

Общий азот в воде варьировал в пределах 0,2 - 0,7 мг/дм<sup>3</sup>. Содержание фосфатов по акватории изменялось в пределах менее 0,03 - 0,11 мг/дм<sup>3</sup> при среднем 0,06 мг/дм<sup>3</sup>. Содержание фосфора общего в воде составило 0,03 - 0,09 мг/дм<sup>3</sup> (среднее - 0,06 мг/дм<sup>3</sup>).

Соединениями азота в исследуемый период была максимально обеспечена вода на ст. 11, соединениями фосфора - на ст.5, где содержание фосфора общего составило 0,09 мг/дм<sup>3</sup>.

Важно отметить, что особенно низкие концентрации фосфатов наблюдаются в слое фотосинтеза, где происходят интенсивные потребления фосфора в результате жизнедеятельности фитопланктона. В период исследования содержание фосфатов находилось на нижнем пределе менее или равно 0,03 мг/дм<sup>3</sup> на ст. 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 21, расположенных в северной части исследуемой акватории.

#### **Литература**

1. Андрей Соколов/ Казинформ. 17.09.2011
2. Кенжегалиев А. Антропогенная нагрузка морских нефтепоисковых работ на экологию Каспия и методы ее снижения Алматы, - 2010. -185 с.
3. Кенжегалиев А., Оразбаев Б.Б. и др. История открытия и освоения месторождения Кашаган// Нефть и газ. 2013. - №5. - с.107-115
4. Нурушев М.Ж., Диаров М.Д. Научные обоснование эффективных мер по предупреждению и ликвидации катастроф нефтегазовых выбросов Казахстанского сектора Каспийского моря.//Вестник ЕНУ им. Н.Л.Гумилова. 2010. № 6. - с.237-243.
5. Государственный экологический мониторинг на шельфе и в прибрежной зоне Каспийского моря с применением технологий космического дистанционного зондирования 2010 г. Алматы 2010 г. -247 с.
6. Государственный экологический мониторинг на шельфе и в прибрежной зоне Каспийского моря с применением технологий космического дистанционного зондирования 2011 г. Финальный отчет. Алматы 2011 г. -262 с.
7. Мельников В.А., Климов Ф.В. и др. Исследование состояния биоразнообразия Северо- восточного Каспия в условиях повышенного антропогенного воздействия
8. Кенжегалиев А., Оразбаев Б.Б. и др. Заключительный отчет по теме «Исследования влияния нефтепоисковых операции на экологическое состояние Казахстанского сектора Каспийского моря и разработка математической модели дрейфа нефтяного пятна» Атырау. 2014 г. - 170 с.

### **ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД НА ТЕРРИТОРИИ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Алфёров И.Н.<sup>1</sup>, Яковенко Н.В.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет»

<sup>2</sup> Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Ивановский государственный университет», Шуйский филиал

Одной из первоочередных и глобальных задач современности, внимание к которой постоянно возрастает, является рациональное и экологически безопасное

использование человеком природных ресурсов, в том числе геологических. В настоящее время все актуальнее становятся проблемы мониторинга подземных вод. Возникновение дефицита воды обусловлено следующими причинами: неравномерностью распределения водных ресурсов по территории РФ; ограниченностью возможностей использования водохранилищ для удовлетворения ресурсной потребности населения и отраслей хозяйства и внутреннего водного транспорта; недостаточной комплексностью использования водных ресурсов на отдельных водохозяйственных участках. Оренбургская область относится к числу важнейших минерально-сырьевых и развитых в экономическом отношении субъектов Приволжского ФО, одновременно в этом испытывающая дефицит воды, что обусловлено как природными, так и социально-экономическими факторами. На территории области насчитывается около 300 объектов воздействия на окружающую среду, то есть потенциальных источников загрязнения, из которых 205 - нефтегазопромислы, 47 рудников (шахты, карьеры), 12 городов, в том числе 3 города с населением более 100 тыс. чел., 33 районных центров, 14 крупных промышленных предприятий и другие (водохранилища, оросительные системы, ТЭЦ, сельхозпредприятия). Наиболее подвижным компонентом геологической среды, быстрее испытывающим влияние внешних факторов, являются подземные воды. Источники загрязнения вызывают техногенную трансформацию природных вод. Эффективность процессов самоочищения вод зависит от экологической емкости пород, через которые фильтруются загрязненные воды. Основными видами техногенной нагрузки являются:

- *эксплуатация подземных вод* для водоснабжения населения, которая осуществляется 75 крупными (с водоотбором более 500 м<sup>3</sup>/сут.) групповыми водозаборами. Данные водозаборы сосредоточены в районных и областных центрах Оренбургской области. Основными загрязняющими веществами, превышение ПДК которых отмечено в водозаборных скважинах являются: железо, марганец, нитраты. Перерабатывающая отрасль включает каолин, цементное сырье, флюсовый известняк, каменную и поваренную соль, железо, медь, никель, золото, фосфоритовые руды, гипс. Источниками загрязнения подземных вод могут быть предприятия, осуществляющие добычу твердых полезных ископаемых. В основном, добыча твердых полезных ископаемых ведется карьерным способом, шахтным способом добываются поваренная соль на Соль-Илецком месторождении и медно-колчеданная руда на Гайском месторождении. Группа металлических полезных ископаемых включает 17 участков на разведку и добычу благородных металлов, 15 участков на разведку и добычу цветных и редких металлов и 3 участка на которых проводится разведка черных металлов. Группа неметаллических полезных ископаемых представлена 28 объектами, 16 из которых месторождения, остальные участки на поиски и разведку твердых полезных ископаемых. На основании полученных сведений влияние добычи и переработки твердых полезных ископаемых в отчетном г. можно, в общем, характеризовать как допустимое: - депрессионные воронки в результате водопонижения при шахтно-рудничном водоотливе не имеют развития за пределами горного отвода; - истощение ресурсов подземных вод при шахтном и карьерном водоотливе не отмечается.

- *добыча и переработка углеводородного сырья.* Источниками загрязнения подземных вод на территории 139 разрабатываемых месторождений по добыче, переработке и транспортировке углеводородов могут быть добывающие и нагнетательные скважины, территории газа и нефтедобывающие и перерабатывающие предприятия, магистральные нефтегазопроводы с общей протяженностью около 4980 км. Также *извлечение* попутных пластовых вод и закачка вод для поддержания пластового давления. Влияние на подземные воды может выражаться в проникновении в водоносные пласты нефтепродуктов и высокоминерализованных попутных и сточных вод при систематических и эпизодических утечках из резервуаров, технологических систем, продуктопроводов. Следует обратить внимание, что ведение локального

мониторинга силами недропользователей способствует организации выработки и выполнению природоохранных мероприятий на территории деятельности объектов по добычи и переработки углеводородного сырья.

- на участках *городской и промышленных агломераций* наблюдения за состоянием подземных вод ведутся за счет пользователей недр.

В 2013 г. загрязнение подземных вод на участках связано с деятельностью промышленных объектов (27 участков; 96%): добыча и переработка углеводородного сырья и твердых полезных ископаемых и коммунально-бытовым типом загрязнения (1 участок, 4%). Распределение выявленных очагов по интенсивности загрязнения выглядит следующим образом: на 14 участках концентрация загрязняющих веществ в подземных водах не превышает 10 ПДК, 9 участках - степень загрязнения изменяется от 10 до 100 ПДК, 5 участках - интенсивность загрязнения превысила 100 ПДК. Загрязнение высокоопасными веществами, такими как бор, натрий, свинец и нитриты, было отмечено на 4 участках. Максимальное содержание веществ 2-го класса опасности в подземных водах наблюдалось на участке «Джусинского» месторождения меди ЗАО «Ормет», где концентрация свинца составила 4,4 ПДК. Загрязнению опасными веществами (железо, магний, марганец, нитраты) подвержены подземные воды на 21 участке. Максимум интенсивности загрязнения был отмечен на территории Герасимовского нефтяного месторождения, где содержание железа превысило ПДК в 494 раза. Загрязняющие вещества 4-го класса опасности отмечались на 3 участках. Наиболее интенсивное загрязнение подземных вод в 2013 г. отмечалось на участке Совхозной станции ХПП, где производится подземное захоронение сточных вод через поглощающую скважину № 10-р. В подземных водах на данном участке ежегодно отмечается стабильно высокое содержание железа, магния и хлоридов. В 2013 г. содержание железа превысило предельно-допустимую концентрацию в 98 раз, магния – в 22 раза, хлоридов – в 192 раза, величина сухого остатка составила 116 ПДК. Высокое содержание загрязняющих веществ объясняется составом сточных вод - это хлоридная натриевая вода с общей минерализацией до 300 г/л. По интенсивности загрязнения подземных вод следует особо выделить участок «Джусинского» месторождения меди ЗАО «Ормет», где содержание железа и марганца превышает ПДК соответственно в 117 и 67 раз.

Таким образом, можно четко выделить ряд геоэкологических проблем в рассматриваемом регионе, для решения которых необходимо снижение техногенного воздействия в таком ключе: охрана геологической и окружающей среды в целом; рациональное использование природных ресурсов; организация единой системы мониторинга природной среды; создание и ведение банка данных.

Решение задач по оценке состояния основных эксплуатируемых водоносных горизонтов (комплексов) с целью существующих проблем улучшения качества и достаточного количества питьевой воды в пределах Оренбургской области следует проводить на трех уровнях: федеральном, территориальном и объектном.

## **ПРОБЛЕМА ЗАГРЯЗНЕНИЯ РЕКИ ЕНИСЕЙ И ВОЗМОЖНОСТЬ ЕЕ РЕШЕНИЯ**

*Сапелкина Т.В.*

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН, г. Кызыл

Водные ресурсы - одно из самых важных и ценных природных богатств Республики Тыва. Основным водотоком республики является одна из величайших рек России – р. Енисей (Улуг-Хем) с его составляющими Бий-Хемом (Большим Енисеем) и

Каа-Хемом (Малым Енисеем) общей протяженностью свыше 500 км [1, с.98].

В настоящее время речная сеть бассейна р. Енисей является наиболее подверженной антропогенному воздействию, поскольку именно здесь отмечается высокая плотность населения. В первую очередь, это связано с ростом индустриализации городов и поселков и хозяйственной деятельностью человека, что приводит к увеличению, как водопотребления, так и сброса сточных вод. Из-за сильной загрязненности сточные воды, поступающие на очистные сооружения предприятий, которые обеспечивают биологическую очистку, являются недостаточно очищенными, вследствие чего появляется большинство очагов с сильным загрязнением и разрушением поверхностных вод. Поэтому, сохранение водного бассейна республики Тыва является важной задачей, для решения которой необходимо выявление эффективного метода очистки.

В последнее время широкое применение находит адсорбционный метод, положительными факторами которого являются глубокая очистка сточных вод, экономичность, связанная с многократностью использования сорбента. Данный метод может применяться самостоятельно или совместно с методом биологической очистки.

В качестве сорбентов используют различные материалы: активные угли, синтетические сорбенты, отходы производства и др. Несмотря на разнообразие сорбентов многие из них не удовлетворяют всему комплексу требований, высокая стоимость и непродолжительность работы сорбента заставляет проводить поиск более эффективных и экономически выгодных материалов в адсорбционных процессах очистки воды. Большой интерес вызывают сорбенты, полученные на основе минерального сырья, которые способны удалять из воды разнообразные по характеру загрязнения: минеральные и органические, ароматические соединения, красители, нефтепродукты, тяжелые металлы и др. Благодаря ионообменным, каталитическим, адсорбционным, молекулярно-ситовым свойствам они способны обеспечивать очистку воды с возможностью многократного использования.

Республика Тыва обладает уникальной минерально-сырьевой базой по всей территории, освоение которой в прямой зависимости от научных исследований и разработок, а также их практической реализации для получения конкретных материалов. На территории республики имеется крупное месторождение цеолитсодержащих пород, которое находится в 24 км к северу от г. Кызыла [2].

Цель работы – получение сорбента методом химического модифицирования и тестирование его свойств.

Объектом исследования являлась цеолитсодержащая порода Каменного месторождения, представленная серыми с желтоватыми, и бурыми до красновато-буровато-серых и буро-красных оттенков туфопесчаниками, туффитами, туфами, алевролитами. В основном цеолитовая минерализация происходит по пирокластике в туфогенно-осадочных породах, с содержанием основного породообразующего цеолитового минерала - клиноптилолита. Химический состав цеолитсодержащей породы представлен в табл. 1.

Таблица 1

**Химический состав цеолитсодержащей породы, %**

Название породы	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
Цеолит	63,24	8,90	0,68	4,35	15,95	2,31	3,02	1,54

Химическое модифицирование цеолитсодержащей породы проводили методом кислотного воздействия [3]. В качестве модификатора выступали растворы соляной кислоты с концентрациями 0,25; 0,5; 1; 2; 5; 12 М. По истечению кислотной обработки структурные изменения полученного сорбента изучали методом рентгеноспектрального (BRUKER S2 RANGER), рентгенофазового (ДРОН-4) и

термического (Netzsch STA 409 PC/PG) анализ, внутренняя структура исследовалась методом электронной микроскопии (Hitachi TM-1000). Удельную поверхность образцов определяли методом БЭТ в зависимости от величины физической адсорбции на приборе Термосорб F.

В результате проведенных исследований выявлено, что цеолит является кислото- и термоустойчивым. Существенное изменение химического состава происходит при обработке 1 М раствором соляной кислоты с последующим ростом концентрации до 12 М при этом цеолит dealюминируется. Наличие эндотермического эффекта регистрируемого на графике ДСК при максимуме пика 856 °С, свидетельствует о термической устойчивости структуры цеолита. Изменение удельной поверхности цеолита при взаимодействии с растворами соляной кислоты происходит в интервале от 5,9 м<sup>2</sup>/г до 120,4 м<sup>2</sup>/г, что связано и с внутренней структурой цеолита она становится более пористой.

Таким образом, проведенные исследования позволили существенно увеличить удельную поверхность и пористость, что является характерной особенностью полученного сорбента, который может быть использован в очистке сточных вод.

#### **Литература**

1. Ондар С.О., Путинцев Н.И., Ашак-оол А.Ч. и др. Проблемы устойчивости экосистем и оценка их современного состояния [отв. ред. В.В. Бугровский]. Кызыл: Изд-во ТуВИКОПР СО РАН, 2000. с. 182.
2. Чучко В.Н. Поисково-оценочные работы на цеолиты на участке Каменный в Центральной Тыве. Отчет Тывагеолкома № 68-93-3/14. – Кызыл, 1995, с. 133.
3. Коридзе Э.И., Крупеникова А.Ю., Андроникашвили Т.Г.- В кн.: Клиноптилолит, Тбилиси, Мецниереба, 1977, с. 96-101.
4. Воробьев А.Е., Орцухаева З.Ш., Роман А.Т. Характеристика гидрогеологических условий бассейна р. Терек // Труды Международной научно-практической конференции «Наука и образование – ведущий фактор стратегии «Казахстан – 2030». Часть II. Караганда. 2012. С. 278-280.

### **АНАЛИЗ МНОГОФАКТОРНЫХ МОДЕЛЕЙ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ И РАНЖИРОВАНИЕ РАЗНЫХ ВИДОВ ТЕХНОГЕННЫХ ВОД (НА ПРИМЕРЕ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ)**

*Счастливец Е.Л., Юкина Н.И.*

Институт Вычислительных Технологий СО РАН, Россия, г. Кемерово

Актуальными экологическими проблемами, определяющими социально-экологический уровень и здоровье населения, являются загрязнение воздушного бассейна, водных ресурсов и увеличение площади нарушенных земель. На территории Кемеровской области расположены четыре основных водных бассейна: р. Томь, р. Иня, р. Чулым, р. Чумыш, которые являются приемниками сточных вод промпредприятий. Основной сброс сточных вод в поверхностные водные объекты осуществляется предприятиями угледобывающей отрасли [1]. Данная работа посвящена анализу техногенных вод (шахтным водам, карьерным и сбросам обогатительных фабрик (ОФ)), поступающих в выше перечисленные приемники сточных вод.

Анализ загрязнений проводился на основе данных по сбросам техногенных вод Кемеровской области за 1989-2013гг. энтропийным методом [2-4]. Многофакторные модели, построенные на его основе, анализировали по 40 ингредиентам: азот аммонийный, нитраты, нитриты, алюминий, бор, БПКполн., ванадий, железо, кадмий, кальций, кобальт, кремний, магний, марганец, медь, молибден, мышьяк, нефтепродукты, никель, ртуть, свинец, СПАВ, сульфаты, сухой остаток, фенолы,

фосфаты, фториды, хлориды, ХПК, хром 3<sup>+</sup>, хром 6<sup>+</sup>, цианиды, цинк, азот общий, взвешенные, висмут, жиры и масла, серебро, сероводород, сурьма.

Энтропийный метод обеспечивает отображение данных в пространстве состояний (фазовом пространстве), которое является геометрическим местом отображения решений некоторых дифференциальных уравнений, описывающих состояние выборочного объекта.

Пробы, отображения которых в I-ом квадранте выходят за границу эллипса, признаются аномально загрязненными, а в III-ем квадранте, наоборот – чистыми.

Основной эффект метода составляет аддитивность моделей  $X(i/j)$  и  $Y(i/j)$ . Вследствие чего непосредственно оценивается общая (суммарная) загрязненность техногенных вод Кемеровской области, условно названная «антирейтингом» (формула 1).

Модель антирейтинга:

$$A = \ln \left[ (Q_1)^{\frac{1}{\sigma_1}} \cdot (Q_2)^{\frac{1}{\sigma_2}} \cdot (Q_3)^{\frac{1}{\sigma_3}} \cdot (Q_4)^{\frac{1}{\sigma_4}} \cdot \dots \cdot (Q_{40})^{\frac{1}{\sigma_{40}}} \right] - \sum \frac{M_{1-40}}{\sigma_{1-40}} \quad (1)$$

$$A = \ln \left[ (Q_1)^{0.76} \cdot (Q_2)^{0.57} \cdot (Q_3)^{0.65} \cdot (Q_4)^{0.48} \cdot \dots \cdot (Q_{40})^{0.38} \right] + 74.8$$

Где,  $Q_1$  – концентрация 1го ингредиента (азота аммонийного)

$Q_{40}$  – концентрация 40-го ингредиента (сурьма)

$\sigma_1$  – средний квадратичный разброс по первому ингредиенту (азоту аммонийному), и т.д.

$M_1$  – среднее по 1-му ингредиенту (азоту аммонийному), и т.д.

Модель антирейтинга обеспечивает расчет совокупности загрязнений техногенных вод. Результаты расчетов отображены на фазовом портрете (рис. 1).

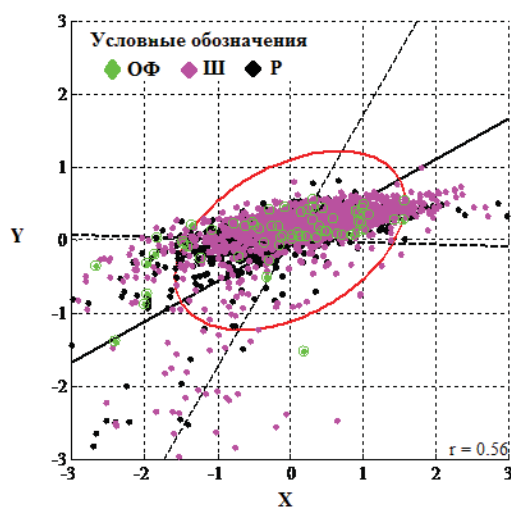


Рис. 1. Фазовый портрет совокупных показателей загрязнения (антирейтинг) техногенных вод.

Примечание:  
 OF – сбросы обогатительных фабрик;  
 SH – шахтные сбросы;  
 P – карьерные сбросы.

Исследования показали, что наиболее загрязненными являются карьерные воды Осинниковского района в 1996г., осуществляющие сбросы в р.Томь, наибольший вклад внесли ингредиенты: БПК, фенолы, железо, сульфаты, сухой остаток, взвешенные вещества и нитриты. На втором месте - карьерные воды Беловского района в 1998г. (сброс в р.Иня), наибольший вклад внесли БПК, хлориды и железо. На третьем – шахтные воды Междуреченского района в 1993г. (сброс в р.Томь), наибольший вклад: БПК, сухой остаток, фенолы, хлориды, сульфаты, железо и азот аммонийный.

Основной пик загрязненности техногенных вод установлен с 1992-2003гг. Мероприятия, направленные на улучшение качества поверхностных вод: реконструкция и строительство очистных сооружений, увеличение мощности очистных сооружений, переход на оборотное водоснабжение и др., обеспечили снижение к 2013г. загрязненности техногенных вод, сбрасываемых в поверхностные водные объекты.

#### **Литература**

1. Доклады о состоянии и охране окружающей среды Кемеровской области в 2008-2013 годах. – Кемерово: 2009-2014.
2. Логов А.Б., Замараев Р.Ю., Логов А.А. Анализ состояния систем уникальных объектов // Вычислительные технологии, 2005. - Т. 10. - №5.
3. Логов А.Б., Замараев Р.Ю., Логов А.А. Моделирование тенденций поведения элементов систем уникальных объектов // Вычислительные технологии, 2005. – Т. 10. - №5.
4. Логов А.Б., Замараев Р.Ю., Логов А.А. Алгоритмы энтропийного метода анализа для отображения свойств объекта в фазовом пространстве // Вычислительные технологии, 2005. – т. 10. - №6.

### **РИСКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТЕРРИТОРИИ ЛЕВОБЕРЕЖЬЯ Р. ТОМИ В ГРАНИЦАХ Г. ТОМСКА**

*Серяков С.В.<sup>1</sup>, Серякова Р.Э.<sup>1</sup>, Алферов И.Н.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Национальный исследовательский Томский политехнический университет

<sup>2</sup> Международная академия наук экологии, безопасности, человека и природы, Южно  
Уральское отделение

**Актуальность.** Левобережье реки Томи г. Томска, является агломерацией г. Томска, а, следовательно объектом хозяйствования. Её освоение охарактеризовано воздействием природного и техногенного характера. Развитие левобережья реки Томи г. Томска последние 20 лет сопровождалась постоянной урбанизацией и как следствие формированием опасных природно-техногенных процессов. Прежде всего, процессами подтоплениями территории.

Процессы подтопления левобережья г. Томска стали не только сезонным явлением (в результате паводковых процессов и явлений), процессы подтопления данной территории характеризуются так же притоком воды в высокую пойму реки Томи и зарегулированностью поверхностного стока. Морфометрические характеристики исследуемой территории способствовали размещению в пределах границ исследуемой территории скважины Томского водозабора подземных вод для водоснабжения г. Томска.

Особенно остро для освоения Левобережья реки Томи г. Томска стоят вопросы планировки и определения потенциально опасных зон по развитию подтопления. Установление их позволит определить способы инженерной защиты и особенностей вертикальной планировки.

Необходимость концентрации внимания по данным вопросам предопределено прежде всего планами освоения без методологии ранжировании территорий по степени угрозы.

Надежной методологической базой при оценке состояния природно-техногенной среды является оценка риска, которая позволяет количественно выразить степень опасности вследствие проявления опасных инженерно-геологических процессов различного генезиса.

Отсутствие в настоящее время унифицированной процедуры для установления оценки и степени проявления риска от воздействия опасных природно-техногенных

процессов для городских территорий с учетом типа застройки, конструктивных особенностей оснований зданий и сооружений.

В основном процедуры риск-анализа для определения степени риска для урбанизированных территорий ориентированы на установление оценки риска при загрязнении природной среды. Предлагаемые нами методические подходы ориентированы на составление карт опасности и риска проявления опасных природно-техногенных процессов (подтопления урбанизированных территорий).

Цель работы – является создание механизма управления селетевой территорией с учетом морфометрических характеристик, в условиях низкой рискозащищенности.

Исследованиями установлено, что в пределах границ исследуемой территории грунты зоны аэрации, поры и другие пустоты заполнены воздухом или водяным паром. Кроме паров, влага в зоне аэрации находится в виде пленочной или капиллярной воды.

Гравитационных вод, образующих линзы или другие скопления, в зоне аэрации немного, а их положение непостоянно. В зоне аэрации происходит проникновение атмосферных осадков в грунт приводя к инфильтрации. В рассматриваемом районе наблюдается свободная инфильтрация и нормальная инфильтрация.

В пределах исследуемой территории зона аэрации, наблюдаются линзы водоупорных пород, на которых происходит скопление инфильтрующейся воды, с образованием верховодки. При периодическом поступлении инфильтрационного питания формирующаяся на таких линзах верховодка носит временный характер местами наблюдается наличие постоянной инфильтрации образуя техногенные линзы грунтовых вод (техногенная верховодка).

На исследуемой территории подобные линзы наблюдаются в глинах и среди супесчаных отложений речных террас или суглинков в водопроницаемых водно-ледниковых отложениях, слои погребенных почв. Подземные воды верховодки обычно образуются на сравнительно небольшой глубине и имеют ограниченное по площади распространение. Мощность пород, насыщенных верховодкой, чаще всего 0,5-1 м и редко достигает 2-3 м. Наибольшая мощность отмечается весной в период интенсивного снеготаяния и осенью при обильном выпадении атмосферных осадков. В засушливые годы верховодка иссыкает. Как видно, гидрогеологический режим зоны аэрации тесно связан с количеством выпадающих атмосферных осадков.

Существующие климатические условия в совокупности с гидрогеологическими и инженерно-геологическими условиями определяют конкретные особенности формирования зоны аэрации исследуемой территории.

Территория проекта планировки характеризуется континентальным климатом с продолжительной суровой зимой, коротким теплым летом, поздними весенними и ранними осенними заморозками.

Годовое количество осадков 500-600 мм. Основная их часть приходится на теплый период года. За теплый период года (апрель-октябрь) повсеместно выпадает до 75 %, а в холодную (ноябрь-март) до 25 % годового количества осадков. При этом наибольшее число дней с осадками приходится на май – сентябрь. Изолинии выпадения осадков по сезонам года по данным наблюдений приведены на климатологической карте (Приложение В) [4].

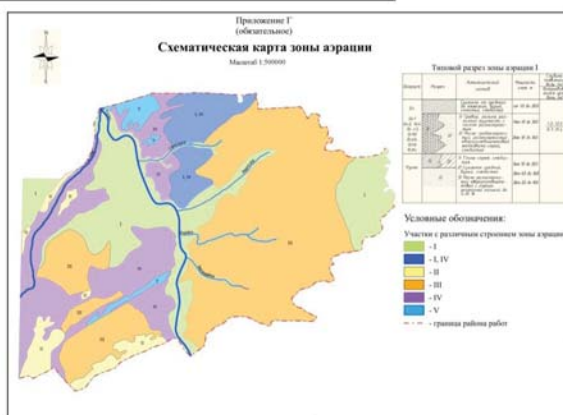
Мощный снежный покров, накапливаемый в течение зимы, процесс весеннее снеготаяние, а также обильные дожди в летне-осенний период приводят к переувлажнению грунтов зоны аэрации и нарушение их водного баланса.

Границы участков с различным строением зоны аэрации а также её литологический состав и мощность приведены в типовых разрезах на карте зоны аэрации (Приложение Г) [4].

Таким образом, учитывая наличие всех этих факторов, а также наблюдаемые на территории процессы урбанизации, необходимо предусмотреть элементы, которые



будут снижать процессы подтопления, т.е., возможный выдел земельных участков под будущие элементы инженерной инфраструктуры.



Исследуемый район располагается в лесо-таёжной ландшафтной зоне с удовлетворительной увлажненностью и теплообеспеченностью, с благоприятными физико-географическими условиями питания подземных вод. Но, в результате антропогенного воздействия, эта территория претерпела некоторые изменения. В частности резко увеличилась площадь занятых автомобильными дорогами, а так же иными объектами капитального строительства влияющих на геологическую среду в пределах зон ограничений. Экологическая обстановка ландшафта Обь-Томского междуречья становится напряженной. Действующие и строящиеся автомобильные дороги увеличивают техногенную нагрузку не только на ландшафт Обь-Томского междуречья, но и оказывают неблагоприятное влияние на качество подземных вод, питающих Томский водозабор.

Одним из видов техногенного воздействия оказывающего негативное рискологическое воздействие является действующая и строящиеся автодороги сконцентрированные в пределах границ эксплуатационных скважин Томского водозабора подземных вод. Сформированные природно-техногенные комплексы включают в себя нарушенный ландшафт. Действующая автодорога расположена вблизи водозабора, пересекает водовод между эксплуатационными скважинами и № 28 и 29 по второй надпойменной террасе р. Томи.

Эти участки, из-за их близкого расположения к водозабору, являются

потенциально опасными с точки зрения загрязнения подземных вод эксплуатируемого водоносного горизонта нефтепродуктами металлами, радионуклидами. Если в обычных естественных условиях природная вода обладает свойством самоочищаться при движении, в данном случае нарушается естественный режим подземных вод. В результате работы водозабора происходит более интенсивный водообмен между водоносными горизонтами.

Формирование химического состава гидросферы Обь-Томского междуречья начинается на стадии формирования атмосферных осадков. Для контроля за ситуацией, в зоне строгого режима Томского водозабора, проведены химико-аналитические исследования твердых атмосферных осадков.

Места отбора, проб выбраны в зоне наибольшего соприкосновения действующей автодороги и водозабора. Пробы отобраны в зоне строгого ограничения эксплуатационной скважины; в двухстах метрах по водоводу, с учетом преимущественного направления ветра; в месте примыкания действующей автодороги и водовода. Согласно разработанной методике опробования для отбора представительных проб снега применен горстьевой способ отбора (способ вычерпывания), заключающийся в отборе частичных проб по сетке 10 м. Таким образом, для принятых условий опробования снега число порций варьировало в пределах 20-25 штук весом по 0,25-0,5 кг. Общий вес пробы составлял 10-15 кг.

Таблица 2.2.

Результаты химического анализа твердых атмосферных осадков на 2014 г.

Номер пробы, определяемый компонент, единица измерения мг/лм <sup>3</sup>	Проба №1 в зоне строгого ограничения эксплуатационной скважины №13	Проба №2 100 м от пересечения автодороги с водозабором в сторону эксплуатационной скважины № 13	Проба №3 пересечение автодороги с водозабором между скважинами № 11-12	ПДК
Al <sup>3+</sup>	нет	нет	нет	-
Fe	1,3	3,7	2,4	0,3 <sup>1</sup>
Mn <sup>2+</sup>	0,05	0,18	0,08	0,1 <sup>1</sup>
Pb <sup>2+</sup>	0,01	0,002	0,002	0,03
Cd <sup>2+</sup>	0,00093	0,001	0,001	0,001
Zn <sup>2+</sup>	0,1	0,01	0,05	0,01
Cd <sup>2+</sup>	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	4,125	3,98	4,32	0,5
NO <sub>3</sub>	0,56	0,72	0,68	40
N/NO <sub>2</sub>	$1,11 \cdot 10^{-2}$ 0,037	$1,41 \cdot 10^{-2}$ 0,047	$0,75 \cdot 10^{-2}$ 0,025	0,08
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	2,2	6,0	8,6	-
Cl	8,16	2,55	7,34	-
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	0,02	0,048	0,045	-
HCO <sub>3</sub>	4,09	6,73	3,05	-
жесткость	0,067	0,11	0,05	-
щелочность	0,1	0,36	0,147	-
pH	6,25	6,62	6,69	-
Эл	0,186	0,238	0,229	-

Примечание: <sup>1</sup> по ГОСТ 2874-82 (вода питьевая) остальные ПДК для воды рыбохозяйственных водоемов, Москва, 1990 г.

Пробы отбирались в полиэтиленовые мешки, а затем при комнатной температуре в стационарной лаборатории института происходило их таяние. Небольшую часть объема этих проб составил твердый осадок, представленный песчано-гравийным материалом, используемым для покрытия проезжей части автомобильной дороги в периоды гололеда. По данным городского производственного управления дорожного строительства и благоустройства «Спецавтохозяйство» среднегодовой расход соленого песка составляет 25000 тонн, в том числе соли 2000 т.

Таким образом, одним из факторов влияющих на формирование химического состава придорожных твердых атмосферных осадков является пескосоляная смесь, не только непосредственно посыпанная на полотно дороги, но и выносимая колесами автомобилей с проезжей части улиц города Томска. В процессе снеготаяния азот через почвогрунты мигрирует в грунтовые воды. Это подтверждалось не однократно с 1993 по 2015 гг., опытами на площадках снегоотвалов [1].

Согласно разработанной методике опробования были намечены три профиля

отбора проб почво-грунтов два у существующей автодороги, один на пересечении строящейся с водоводом. Первый профиль проходит в створе эксплуатационной скважины № 12. У насыпи автодороги напротив скважины разбита площадка параллельно автодороге.

На площадке выкопано 5 закопшек, на расстоянии 0,5 м друг от друга. Из закопшек горстьевым способом (вычерпывания) отобраны пробы почв до глубины 0,05 м из всех закопшек, затем они перемешиваются частичные пробы объединялись в начальную пробу с массой до одного килограмма. Затем, из этих же закопшек, таким же способом, отобрана вторая проба, на границе почвенно-растительного слоя и кровли покровных отложений. Северо-восточное направление площадок выбрано по преобладающему направлению ветра. Второй профиль опробования разбит в створе эксплуатационной скважины № 13. Третий профиль выбран от пересечения строящейся автодороги с водоводом в северо-восточном направлении, в створе эксплуатационной скважины № 29. Химический анализ проб почво-грунтов показал, что загрязнение тяжелыми металлами происходит вдоль полотна существующей автомобильной дороги, а повышенное содержание окисленных фосфора и калия в зоне распаханых сельскохозяйственных угодий. Вместе с тем величина водородного показателя служит критерием для возможности существования в почвах многих компонентов, являющихся вредными и особенно токсичными (свинец, цинк, медь, молибден, кадмий) [2].

Сравнивая химический состав подземных вод палеогенового водоносного комплекса по эксплуатационным скважинам № 10-29 до начала эксплуатации водозабора (1973 г.) и через 41 год (2014 г.) заметно, что он несколько изменился. Появление сульфат-Иона, нитрат и нитрит-ионов рассматриваются как следствие эксплуатации водозабора и усиления техногенной нагрузки в зоне его ограничений. Идет постепенное увеличение концентрации соединений азота, сульфатов, хлоридов, тяжелых металлов, органических веществ. Некоторое влияние на химический состав подземных вод оказывают бензозаправочные станции, расположенные вдоль трассы автомобильной дороги.

Проведенные инвентаризационные работы показали, что находящиеся в зоне ограничений Томского водозабора, показали соответствуют регламенту. Поэтому увеличение концентраций вышеперечисленных соединений может быть вызвано эксплуатацией действующей дороги.

Изучение рискологических особенностей при эксплуатации Левобережья г. Томска позволило установить тесную взаимосвязь между географическими, геологическими процессами, её техногенной составляющей. Эта связь проявляется, прежде всего, в формировании техногенных процессов на исследуемой территории за счет естественных и техногенных видов воздействия.

#### **Литература**

1. Гольдберг В.М., Газда С. Гидрологические основы охраны подземных вод от загрязнений. – М.: Недра, 1984. – 262 с.
2. Доклад о состоянии и использовании земель Томской области в 2011 году / Управление Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии по Томской области. – Томск, 2012 г. – 66 с.
3. Monitoring urban changes based on scale-space filtering and object-oriented classification. G. Doxani, K. Karantzalos, M. Tsakiri- Strati. Pages 38-48 (2014).
4. Geoecological aspects of comprehensive development of Tomsk left-bank area. S Seryakov, R Seryakova, A Baranova, A Potseluyev, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 2015 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 71 012052 (2015).

## МАЛЫМ РЕКАМ – ДОЛГУЮ ЖИЗНЬ

*Краснов В.Г.*

Министерство образования и науки Российской Федерации Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тюменский государственный нефтегазовый университет»

Каменьев узора - причудлива нить  
Коль дрогнет рука, иль неточен удар-  
И должен огранщик ту тайну раскрыть  
Навеки утерян тот редкостный дар.

Гидроэнергетику принято считать одним из самых эффективных способов выработки электроэнергии, так как процесс включает в себя использование возобновляемых источников, отсутствие вредных выбросов и наиболее дешёвое производство энергии.

Использование гидроэнергетики и её влияния на окружающую среду является широко изученной проблемой. Результаты исследований имеют широкое применение в мировой практике.

Значимость малых рек и проблема их сохранения общепризнанна [1]. Малые реки наиболее подвержены негативному влиянию из-за вмешательства человека и установления производств, что определяет задачу сохранения малых рек при их использовании, в частности, при создании и внедрении микро ГЭС.

У всех народов существуют легенды о возникновении речных источников, овеянных святостью и величием, как например: источник в Мекке - «Зам-Зам» или в Троице-Сергиевой Лавре - родник Саввы Сторожевского. Схожи легенды их возникновения и сохранности. Они рассказывают о чудотворном возникновении источника «Зам-Зам» и его постепенном отмирании, которое стало следствием его избыточного использования народом. По прошествии веков, трудом и заботой, источник был возрождён и существует поныне.

Особо чтимы реки в веровании Буддизма. Реки и их притоки описываются как кровеносные сосуды, что определяет их значимость и святость. Для народов горных и предгорных районов, например кыргызов, святость ассоциируется, как и в Буддизме, с самой жизненной потребностью в воде. Это отношение выражено народной поговоркой: «Эл башы болбой, суу башы бол» - "Не будь главой народа, будь главой воды".

Проблема сохранения малых рек в наши дни возникла в связи с ускорением процесса их "отмирания", связанным с воздействием на них мощного потока техногенных нагрузок, который они не в силах сдерживать. Задачи и пути решения проблемы рассматриваются законодательными, контрольными органами, научными сообществами. Особое место среди этих работ занимает Водный кодекс Российской Федерации.

Водный кодекс Российской Федерации (от 03.06.2006 № 74-ФЗ ред. от 28.06.2014) является основным документом, определяющим охрану водных объектов и ответственности за нарушение водного законодательства. В этом документе нашли свое отражение и прилегающие к водным объектам территории - «водоохранные зоны». Однако ни остановить, ни, тем более, обратить процесс отмирания малых рек, пока не удалось. Причины, по которым не работают существующие программы, и выработку новых действенных направлений по спасению и реанимации малых рек, можно проследить, исследуя причины успеха Монреальского протокола.

16 сентября 1987 года в Монреале представители 46 стран подписали протокол по веществам, разрушающим озоновый слой. По словам Кофи Аннана, бывшего

Генерального Секретаря ООН, Монреальский протокол является «наиболее успешным международным соглашением в области окружающей среды».

В рамках Монреальского протокола удалось запретить производство и потребление 100 видов химикатов, разрушающих озоновый слой. Сегодня мировое потребление озоноразрушающих веществ сократилось более чем на 90%, относительно уровня 1987 года. Также было много положительных сопутствующих результатов.

Анализируя причины успеха Монреальского протокола, позволившие решить его задачу, сделана попытка наметить направления разрешения проблемы малых рек [2]. Сформулированные предложения не ограничивают возможность развития подходов к решению задачи и предполагают их доработку на основе результатов исследования путей сохранения малых рек.

Обнаружение зависимости влияния характеристики бассейна на режим стока и его экологическое состояние, является одним из приоритетных направлений исследований. С этой целью была проделана работа по исследованию степени изменения характеристики стока при почвенной фильтрации и оценка поглощающей способности поверхностного покрова почвы, в частности, в его вегетативном и невегетативном состояниях. За характеристику стока приняты показания периода наибольшего его загрязнения в весенний период таяния снега.

Данные проведенных исследований свидетельствуют о положительном влиянии на стоки кустарников и сопровождающих их травяного покрова, необходимости их сохранения и культивации в водном бассейне на поверхности водосборного бассейна.

Сохранение кустарников, которые используются преимущественно для приготовления пищи и обогрева жилищ жителями прибрежных поселений, возможно достичь, обеспечив их электрической энергией. Таким источником электроэнергии могут стать Микро-ГЭС [3].

За последние двадцать лет разработаны и частично внедрены различные конструкции Микро-ГЭС [4, 5], отличающиеся установленной мощностью, номинальным напряжением, частотой вращения турбины и принципом работы. К этим критериям, исходя из вышеизложенного, следует внести показатель степени негативного воздействия на окружающую среду, в частности, на речной сток.

К экологически безопасными возобновляемым источникам энергии относят ГЭС на основе архимедова винта, многоступенчатые свободнопоточные или так называемые продольно-поточные микро ГЭС [6, 7], получившие своё наименование исходя из особенностей взаимодействия рабочих органов с потоком.

В поисках новых решений по упрощению конструкции с повышением её надежности и эффективности работы, была найдена возможность создания облегченной конструкции с рабочими органами переменной массы.

#### **Литература**

1. Бабуринов В.Л. Малые реки каркас цивилизации / Малые реки России: М.: Изд-во ИГ РАН, 1994. ... Заб. фил. Русского Географического Общества. 1994.- Вып. 128.
2. Пути разрешения проблемы малых рек на примере Монреальского договора. "Иновации и инвестиции" стр.144-145..2015г.
3. Кажинский Б.Б. Свободнопоточные гидроэлектростанции малой мощности. М., Госэнергоиздат, 1950.
4. УДК 621.383, 621.472 Е.С. Умбетов, Ш.К. Шоколакова (Алматинский университет энергетики и связи, Алматы, Республика Казахстан) АНАЛИЗ КЛАССИФИКАЦИИ КОНСТРУКЦИЙ МИКРО-ГЭС.
5. Липкин В. И., Богомбаев Э. С. Л 61 Микрогидроэлектростанции: Пособие по применению. – Б. – 30 с., 2007г. ISBN 978–9967–24–643-0.
6. Свободнопоточная гидросиловая установка SU 1636592. F03 В 9/00. 13.04.87.
7. Свободнопоточная гидросиловая установка SU 1546695. F03 В 17/06. 14/03/88.

## СНЕГОВОЙ ПОКРОВ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИИ КАК ИНДИКАТОР ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ УРБЭКОСИСТЕМ (НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА САРАТОВА)

*Соколов Е.С., Ерёмин В.Н., Решетников М.В.*

ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского», Министерство образования и науки РФ

Геохимические исследования снегового покрова на территории города Саратова проводились с разной периодичностью [2-6]. Начиная с 1997 года полевые и аналитические работы стали осуществляться по единой схеме и в постоянных сертифицированных лабораториях. Результаты снегомерной съемки 1997 года поставили вопрос о целесообразности перехода от площадных исследований к целевым ограниченным наблюдениям на мониторинговых полигонах в зонах постоянного устойчивого загрязнения. В процессе снегомерной съемки 1999 года исследования проводились уже по схеме мониторинговых полигонов [5].

По результатам исследований 1999 года было установлено, что особенности снегового геохимического обследования делает его приоритетным видом мониторинга загрязнения окружающей среды [5]. Затраты на его проведение по оптимизированной схеме создали реальную предпосылку для его ежегодного проведения.

Эти обстоятельства послужили основой для проведения снегового опробования в сезон 2011- 2012 годы. Обследованию подверглась достаточно обширная территория города Саратова: четыре полигона опробования, расположенных в Заводском (южная часть города), Октябрьском, Фрунзенском, Кировском (центральная часть города) и Ленинском (северо-западная часть города) административных районах города. В общей сложности на полигонах отобрано 57 проб.

Основной целью исследования являлся аналитический контроль снега на содержание загрязняющих веществ (типоморфные соединения анионной и катионной групп + тяжелые металлы), обобщение данных по динамике загрязнения снегового покрова за разные годы и разработка предложений по оптимизации дальнейшего мониторинга загрязнения в системе «атмосфера – снег».

*Снегомерная съемка, отбор проб и их подготовка.* Отбор проб снегового покрова производился в течение 10 рабочих дней, с 5 по 16 марта 2012 года. Пробы отбирались сотрудниками лаборатории геоэкологии геологического факультета ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского». Работало две бригады по три человека с использованием одного автомобиля.

Мониторинговая единичная площадка представляла собой квадрат с минимальным размером 10×10 метров. Методом конверта на этой площадке отбиралось пять снеговых проб (четыре по углам, одна в центре), из которых формировалась объединенная проба.

Снеговой покров опробовался на полную мощность, особое внимание обращалось на чистоту подошвы пробы во избежание его загрязнения подстилающими почвами и грунтами. При недостаточной высоте снега, количество точек отбора увеличивалось, с тем чтобы вес каждой пробы достигал 15 -20 кг. Отобранные пробы упаковывались в полиэтиленовый пакет [1].

*Аналитические работы.* Аналитические определения загрязняющих веществ анионной группы (нитраты, нитриты, хлориды, сульфаты, фосфаты), катионной группы (азот аммония, кальций + магний, никель) в талой воде проводились в центральной лаборатории ООО «Норма». Аттестат аккредитации № РОСС RU 0001.515621.

Концентрация водорастворимых форм тяжелых металлов (медь, цинк, свинец и кадмий), а также натрия и калия в талой воде проводилось в испытательной

лаборатории ФБУ «Саратовский Центр стандартизации и метрологии им. Б.А. Дубовикова».

Количественный анализ нерастворимого остатка на содержание тяжелых металлов проводился в лаборатории государственной станции агрохимической службы «Саратовская», которая прошла метрологический контроль и аккредитована на ведение аналитических определений (аттестат № РОСС RU 0001.21 ПО99).

Результаты снегомерной съёмки сезона 2011- 2012 годов показали, что организация подобных работ возможна в дальнейшем по нескольким основным направлениям:

1. Общегородское обследование по селективной схеме опробования базовых мониторинговых полигонов, с возможным изменением их количества и конфигурации.

2. Снеговое опробование промышленных площадок предприятий в экологически неблагоприятных зонах, что послужит серьезным дополнением к их литогеохимическому обследованию, так как позволит судить о масштабах текущего, ежегодного загрязнения депонирующих сред. Этот вопрос принципиально важен, но требует дополнительной юридической проработки для определения механизмов побуждения предприятий к проведению таких работ.

3. Слежение за уровнем загрязнения от транспортного комплекса целесообразно рассматривать как самостоятельное направление снегового мониторинга. Для города Саратова большая доля атмосферных выбросов приходится на автотранспорт, но мы имеем сейчас лишь самые общие представления о масштабах придорожного загрязнения. Для жилых зон города Саратова с его тесной застройкой центральных районов и интенсивным транспортным потоком эта проблема не менее актуальна, чем загрязнение от стационарных источников. Кроме того, город насыщен линейными объектами рельсового транспорта и практически в центре города находится крупный гражданский аэропорт. При этом, систематизированная информация о масштабах и особенностях транспортного загрязнения окружающей среды города практически отсутствует.

4. Необходимо расширить перечень наблюдаемых ЗВ другими, депонируемыми в снеговом покрове, сильноканцерогенными ингредиентами, например, бензапиреном, диоксинами и т.п.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках государственного задания в сфере научной деятельности (проект № 1757) и гранту Президента РФ для поддержки молодых российских ученых (проект МК-5424.2015.5).*

#### **Литература**

1. ГОСТ 17.1.5.05-85. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков. М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1985. 5 с.

2. Эколого-геохимические исследования на территории г. Саратова Кононов В.А., Молоствовский Э.А. и др. Саратов, 1993, 117 с.

3. Макаров В.З., Пролеткин И.В. и др. Отчет по теме: "Мониторинг снежного покрова территории г. Саратова (1992 г.). Саратов, 1992. 25 с.

4. Макаров В.З., Пролеткин И.В. и др. Отчет по теме: "Мониторинг снежного покрова территории г. Саратова (1994 г.). Саратов, 1994.

5. Молоствовский Э.А. и др. Отчет по теме: "Опробование снежного покрова и аналитический контроль геохимических проб на мониторинговых площадках и автотрассах в пределах г. Саратова". Саратов, 1999.

6. Решетников М.В., Гребенюк Л.В., Смирнова Т.Д. Результаты геохимической снеговой съёмки локального участка территории г. Саратова – Известия Саратовского Университета. Новая Серия. Серия Науки о Земле. Том 10, вып. 1, 2010г. с. 74-80

## ПРОБЛЕМА РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ ЭКОЛОГИЧЕСКИ НАРУШЕННЫХ ГОРНЫМИ РАЗРАБОТКАМИ

*Эфендиева З.Дж.*

Азербайджанская Государственная Нефтяная Академия

В настоящее время во всем мире в связи с бурным развитием горнодобывающей промышленности проблема рационального использования земельных ресурсов приобретает весьма важное значение.

В статье проблема рекультивации земель, экологически нарушенных горными разработками рассмотрена на базе Дашсалахлинского месторождения бентонитовых глин Азербайджана. По мере развития нефтяной промышленности Азербайджана возрос интерес к изучению геологического строения бентонитовых месторождений. Перспективы роста добычи бентонитов до годовой производительности  $1 \div 1,5$  млн. т на ближайшие 40÷50 лет связаны с промышленным освоением крупнейшего по запасам Дашсалахлинского месторождения (разведанные запасы 180 млн. т). Дашсалахлинское месторождение по качеству полезного ископаемого является уникальным и одним из крупнейших в мире. [ 1,2]

Относительная большая мощность вскрыши и полезного ископаемого, почти горизонтальное залегание бентонитовых глин в виде пластов и штоков, горный рельеф дневной поверхности предопределили транспортную систему разработки с доставкой неиспользуемых пород вскрыши на внешние отвалы.

Установлено, что мощность гумусированного почвенно-растительного слоя над карьерными полями, пригодного для биологической рекультивации составляет 0,3 - 0,5 м. Объем этого слоя над Южным карьерным полем составляет порядка 220 тыс.м<sup>3</sup>, а над Северным карьерным полем - 450 тыс.м<sup>3</sup>.

Нижележащие суглинки мощностью 0,5 - 0,7 м относятся к потенциально плодородным и могут быть использованы в дальнейшем также для рекультивации земель. Объем потенциально-плодородных грунтов (незасоленных суглинков) составляет по Южному карьере около 700 тыс.м<sup>3</sup>, а по Северному карьере около 1500 тыс.м.

Открытая разработка Дашсалахлинского месторождения бентонитовых глин столкнется с необходимостью выделения значительного земельного отвода, на площади которого располагаются карьеры: Центральный, Южный, Северный, отвалы пустых пород и некондиционных глин, склады полезного ископаемого, транспортные коммуникации, промплощадка и другие промышленные сооружения. Площадь отводимых земель за время эксплуатации месторождения исчисляется сотнями гектаров, которые в процессе разработки месторождения частично или полностью будут нарушены. Основная доля нарушенных земель (85-90%) приходится на горные выработки и породные отвалы. Нарушаемые земли, занятые прочими объектами не превышают 10-15% общей площади нарушенных земель.

Поэтому в первую очередь необходимо снизить землеемкость горных выработок и породных отвалов и ускорить возврат нарушенных земель в сельскохозяйственное использование посредством их рекультивации.

Запасы глин Центрального участка к настоящему времени выработаны. Поэтому проблема рекультивации имеет актуальное значение для Южного карьера, находящегося в эксплуатации и особенно для Северного карьера подготавливаемого к разработке.

Снижению землеемкости отвалов способствует безотходной технологии производства. Из скальных вскрышных пород организуется выпуск высокопрочного щебня и песка. Часть вскрышных пород используется в виде стенового и бутового камня на местных строительных объектах. Некондиционные глины используются для



приготовления аглопорита и керамзита, а также в сельском хозяйстве для обогащения почв. [ 3 ]

В соответствии с положением, предприятие, разрабатывающее месторождение полезных ископаемых открытым способом, обязан за свой счет приводить нарушенные земли в состояние, пригодное для использования в сельском или рыбном хозяйстве.

При разработке Дашсалахлинского месторождения предусматривается такая технология горных работ, при которой нарушение земель будет происходить во-первых, поэтапно по отдельным участкам; во-вторых, в более поздние периоды, а их восстановление (рекультивация) будет осуществляться по мере ведения работ.

К технологии горных работ, наряду с экономичностью и безопасностью работ, предъявляются следующие требования по рациональному использованию земель:

- а) расход земельных ресурсов на 1 млн.т. добытой глины должен быть минимальным;
- б) формирование выработанного пространства и отвалов пустых пород производится в соответствии с требованием рекультивации и дальнейшего использования восстановленных земель;
- в) разрыв во времени между нарушением и восстановлением земель должен быть минимальным.

Реализация этих требований производится следующими путями:

Предусматривается селективное формирование отвалов, которое заключается в последовательной укладке вскрышных пород с различными агрохимическими свойствами. Бесплодные грунты отсыпаются в основания отвалов. В процессе отсыпки отвалов их поверхность вначале покрывается потенциально-плодородными грунтами толщиной 0,25 - 0,30 м. Такая схема формирования отвалов является обязательным, так как во вскрышаемой толще вскрышных пород, начиная с глубины 1,0 - 1,2 м залегают токсичные засоленные породы.

В отношении рекультивации карьерных полей необходимо отметить следующее:

- во-первых: карьер Северный является продолжением Центрального карьера. Часть транспортных путей Центрального карьера будут использованы при отработке бензонитонитовой залежи Северным карьером;
- во-вторых: есть вероятность дальнейшего расширения горных разработок при установлении глин с промышленным содержанием на флангах карьеров;
- в-третьих: полученные карьерные чаши на конец отработки имеют значительные размеры как по периметру, так и в глубину. Заполнение этого объема вскрышными породами практически невозможно, так как для этого потребуется переместить многие миллионы кубометров пород.

В практике открытых разработок, опыт рекультивации таких площадей отсутствуют. Заполнение выработанного пространства карьеров для последующего использования сельскохозяйственные угодья вряд ли окажется экономически целесообразным. Поэтому проведение рекультивационных работ по самым карьерным полям не предусматривается.

Выработанное пространство карьеров может быть использовано при минимальных затратах под искусственные водоемы для разведения рыб и выращивания водоплавающих птиц.

#### **Список использованных источников**

1. Минерально-сырьевые ресурсы Азербайджана, Изд.Озан. Баку. 2005. ст.807
2. Эфендиева З.Дж. Бентониты Азербайджана. Горный журнал № 4. Москва.2007.ст.15-17
3. Дунамалиев Ф.А. Мухтаров Г.Г Ширинов Ю.Р. Основы производства бентонитов Азербайджана. Адилоглы. Баку 2004. ст. 378

## ПЕТРОМАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА ПОЧВ, ИХ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИ РЕШЕНИИ ПРИРОДООХРАННЫХ И ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ\*

*Решетников М.В., Ерёмин В.Н., Добролюбова Н.В.*

ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный университет имени Н.Г.  
Чернышевского», Министерство образования и науки РФ

Петромагнитный метод изучения почвенного покрова и горных пород, основанный на измерении ряда физических характеристик почв (магнитная восприимчивость, термомагнитный эффект, остаточная намагниченность, магнитность насыщения и другие) в последнее время получает все большее применение при решении различных природоохранных и геологических задач, о чем свидетельствуют публикации различных авторских коллективов. Лаборатория геоэкологии Саратовского государственного университета имени Н.Г. Чернышевского в последнее десятилетие активно развивает методологические и практические основы применения петромагнитного метода изучения почвенного покрова и горных пород для решения ряда геоэкологических и геологических задач на территории Саратовской области РФ и прилегающих регионов. В целом, исследования образуют ряд отдельных научно-исследовательских направлений, который можно представить в следующем виде:

**1. Петромагнитные площадные исследования почвенного покрова на урбанизированных территориях в комплексе с эколого-геохимическими исследованиями, в частности, определением концентраций тяжелых металлов.** Подобные исследования проведены на территории городов Саратов, Вольск, Ульяновск как инициативно, так и при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ, грант 12-05-31260мол\_а «Эколого-геохимические и петромагнитные исследования почв на техногенных субстратах урбанизированных территорий (на примере Саратова)»). В настоящее время исследования нашли поддержку государственного совета при Президенте Грант Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых с организациями - участниками конкурсов, имеющими трудовые отношения с молодыми учеными МК-5424.2015.5 - «Концентрация тяжелых металлов и магнитные свойства почв урбанизированных территории (на примере населенных пунктов Саратовского Заволжья)». Результаты выполненных исследований представлены данными о взаимосвязи петромагнитных и геохимических аномалий на урбанизированных территориях, которые позволяют значительно снизить затраты на проведение эколого-геохимических исследований в пределах городов и оценить экологическую безопасность проживания населения [4-7].

**2. Петромагнитные исследования почвенного покрова на территориях, подверженных активному воздействию предприятий нефтегазодобывающей отрасли.** Вопрос о применении термомагнитного эффекта в почвенных образцах при поисках месторождений углеводородов рассматривался неоднократно различными исследователями. В начале 2000-х годов в лаборатории геоэкологии под руководством профессора Э.А. Молостовского проведены исследования петромагнитных свойств почв в Саратовской области над искусственными известными залежами углеводородного сырья, в том числе и техногенными их линзами на поверхности грунтовых вод. В настоящее время лабораторией продолжают активные работы по изучению петромагнитных свойств почв над подземными хранилищами газа на

---

\* Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках государственного задания в сфере научной деятельности (проект № 1757) и гранту Президента РФ для поддержки молодых российских ученых (проект МК-5424.2015.5).

территории Саратовской области.

Результаты подобных исследований могут применяться в следующих направлениях: а) оконтуривание зон распространения подземных линз углеводородов; б) в качестве дополнительного метода при поисках месторождений углеводородного сырья и в) для оценки вертикальных миграций углеводородов в пределах подземных хранилищ газа и, соответственно, их герметичности.

**3. Петромагнитные исследования почвенного покрова в комплексе с микробиологическими исследованиями.** В данном направлении лаборатория проводит исследования петромагнитных характеристик, которые дают представление о происхождении магнитных частиц в почве в сравнении с показателями микробиологической активности почв, в частности, с жизнедеятельностью железобактерий, серобактерий, метанооксиляющих и метаноредуцирующих бактерий [2, 3]. Результаты исследований дают представления о роли микроорганизмов в синтезе почвенных магнитных частиц, с целью дальнейшего использования этих сведений в качестве косвенных признаков активной трансформации почв под влиянием биогеохимических процессов.

**4. Петромагнитные исследования сильвинитовых и галитовых отложений для оценки их качества.** Как было установлено исследованиями, выполненными в лаборатории, петромагнитные свойства галогенных отложений находятся в прямой зависимости от содержания в них терригенных частиц, которые оказывают значительное влияние на качество продуктивных пластов [1]. Результаты исследований дают основание на применение петромагнитного метода исследования продуктивных пластов галогенных отложений с целью определения их качества.

Таким образом, широкий спектр использования лабораторией геоэкологии СГУ петромагнитных данных по почвам и горным породам позволяет предложить сотрудничество всем заинтересованным научным, производственным и учебным коллективам в обмене результатами и методиками петромагнитных исследований на аналогичных объектах исследований.

#### **Литература**

1. Московский Г.А., Гужиков А.Ю., Решетников М.В., Сорокин А.С., Свидзинский С.А. Отражение в петромагнетизме закономерностей распределения нерастворимого остатка по разрезу сильвинитового пласта Гремячинского месторождения – Известия Саратовского Университета. Новая Серия. Серия Науки о Земле. Том 10, вып. 1, 2010г. с. 54-60
2. Нгун К.Т. Использование микробиологических показателей в эколого-почвенном мониторинге города Медногорска / К.Т. Нгун, Е.В. Плешакова, М.В. Решетников, В.В. Кузнецов // Известия Саратовского Университета. Новая Серия. Серия Науки о Земле. Том 14, вып. 1, 2014. с. 55-60.
3. Полещук Т.О. Микробиологическая индикация почв над подземным хранилищем природного газа / Т.О. Полещук, Е.В. Плешакова, М.В. Решетников, И.С. Пальцев // *Известия Саратовского Университета. Новая Серия. Серия Химия. Биология. Экология* Том 15, вып. 1, 2015. с. 76-82
4. Решетников М.В., Добролюбова Н.В. Магнитная восприимчивость и концентрация тяжёлых металлов в почвах урбанизированных территорий (на примере г. Саратова). – Цветные металлы. Выпуск № 11, 2009г. с.15-18
5. Решетников М.В., Гейджер Д.Ф., Лазарева В.Ф., Шешнёв А.С. Эколого-геохимическое исследование почв и оценка запылённости на территории г. Вольска (в зоне влияния ОАО «Вольскцемент») – Известия Саратовского Университета. Новая Серия. Серия Науки о Земле. Том 11, вып. 1, 2011г. с. 51-57
6. Решетников М.В., Гребенюк Л.В. Применение метода измерения магнитной восприимчивости для выделения ареалов техногенного загрязнения почв города Ульяновска *Известия Саратовского Университета. Новая Серия. Серия Химия.*

- Биология. Экология Том 12, вып. 2, 2012. с. 103-110
7. Шигаев В.Ю., Решетников М.В. Комплексообразование геоэлектрохимических методов прогнозирования нефтегазоносности. – Геофизика. Выпуск № 3, 2011г. С. 29-31

### **ПРИМЕНЕНИЕ ПЕТРОМАГНИТНОГО МЕТОДА ПРИ ИЗУЧЕНИИ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА НАД ПОДЗЕМНЫМИ ХРАНИЛИЩАМИ ГАЗА\***

*Пальцев И.С., Ерёмин В.Н., Решетников М.В.*

ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского», Министерство образования и науки РФ

Воздействие подземных хранилищ газа (ПХГ) на экологическое состояние различных компонентов окружающей среды рассматривается специалистами в различных теоретических и прикладных аспектах [1]. Особое внимание, на наш взгляд, при изучении этого вопроса должно уделяться проблемам трансформации почвенного покрова и сохранения его экологических функций.

Почва в качестве регулятора биосферных взаимодействий контролирует и трансформирует проходящие через нее потоки и циклы вещества и энергии. Почвенный покров выступает как своеобразная полупроницаемая мембрана, осуществляющая газообмен между и литосферой и атмосферой [4].

Основной целью настоящей работы являлось изучение воздействия функционирования Степновского подземного хранилища газа (СПХГ) на изменение параметров магнитной восприимчивости (МВ) почвенного покрова, представленного каштановыми почвами. Исследования с аналогичным методическим подходом ранее проводились для территорий распространения дерново-подзолистых и черноземных почв.

Известны результаты исследований МВ и магнито-минералогических характеристик почвенного покрова на территориях единичных ПХГ (Щелковское, Северо-Ставропольское), которыми выявлено, что над искусственной газовой залежью в почвенных горизонтах происходит статистически значимое увеличение МВ и содержания магнитной фракции в среднем в 2-4 раза по сравнению с фоновой территорией. Увеличение обусловлено синтезом педогенного магнетита [2; 3].

Территория горного отвода Степновского подземного хранилища газа расположена в Советском районе Саратовской области, в 6.5 км северо-восточнее пос. Степное. Поверхность территории выровненная с абсолютными отметками 70.5-72.5 м. Площадь горного отвода составляет 908 га. Размеры его с запада на восток – 6.25 км, с юга на север – 2.7-3.7 км.

В современном структурном плане Степновское поднятие по живетским отложениям среднего девона представляет собой ассиметричную брахиантиклиналь с относительно крутыми углами падения (до 30 на крыльях). Свод поднятия осложнен тремя отдельными вершинами с разными гипсометрическими отметками (западная, восточная и северо-восточная). Девонские отложения Степновской структуры нарушены серией сбросов, разбивающих ее на отдельные блоки, которые разделены между собой крупными тектоническими нарушениями субширотного и субмеридионального направлений с амплитудами от 20 до 80 м.

Газовые залежи пластов D<sub>2V+V1</sub> и D<sub>2IV6</sub> к 1973 году были разработаны и с этого

---

\* Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках государственного задания в сфере научной деятельности (проект № 1757) и гранту Президента РФ для поддержки молодых российских ученых (проект МК-5424.2015.5).

времени данные пласты используются в качестве объектов закачки и хранения газа. С 1986 года, после выработки нефтяной оторочки и газовой шапки пласта D<sub>2IVa</sub>, последний так же используется для закачки газа, совместно с пластом D<sub>2IVб</sub>. Все пласты, эксплуатируемые ПХГ, объединены единым внешним контуром газоносности. Внутренние контуры газоносности приурочены к трем куполообразным вершинам структуры. Глубины залегания пластов, используемых под ПХГ, составляют 2000 и более метров.

Рассматриваемая территория расположена в зоне типчаково-ковыльных степей и в соответствии с природно-климатическими факторами почвообразования относится к Заволжской сухостепной провинции каштановых и темно-каштановых почв. Почвообразующими породами являются аллювиальные суглинки среднего плейстоцена. Почвенный покров неоднороден: преобладают, в основном, каштановые почвы, с локальными участками темно-каштановых карбонатных и солонцеватых почв. Часто эти почвенные типы образуют различные сочетания и комплексы. Засушливость климата определяет слабую выщелоченность из почв карбонатов и близкое залегание к поверхности карбонатных и гипсовых горизонтов. Нижние горизонты почв часто засолены.

Всего на территории горного отвода ПХГ отобрана 51 проба почв. Местоположение точек опробования выбиралось с условием наибольшей их удаленности от элементов техногенной инфраструктуры СПХГ. Все образцы отбирались согласно действующему ГОСТу.

Аналитические исследования проводились в лаборатории геоэкологии геологического факультета СГУ имени Н.Г. Чернышевского и состояли в определении активности ионов водорода (рН) и окислительно-восстановительного потенциала (Eh), гранулометрического состава с использованием ситового метода при предварительном отмучивании пробы. Петромагнитные исследования проводились в два этапа. Во время полевого этапа при помощи портативных измерителей магнитной восприимчивости КТ-6 и КТ-10 проводились натурные замеры МВ. В лабораторных условиях выполнены, при помощи каппабриджа KLY-2, измерения МВ естественных образцов, а также выделенных гранулометрических фракций.

Таким образом, установлено, что МВ почвенного покрова территории СПХГ обнаруживает достаточно широкие вариации своих значений по площади горного отвода, как в образцах, так и в их гранулометрических фракциях. Эти вариации позволяют группировать пробы почв в пространственные зоны повышенных и пониженных значений МВ. Магнитная зональность обнаруживает приуроченность или к особенностям геолого-структурного плана СПХГ по девонским отложениям, или к пространственным границам контуров текущей газоносности.

Авторы предполагают, что подобное поведение магнитной восприимчивости почв на территории Степновского подземного хранилища газа обусловлено активными геохимическими (биогеохимическими?) процессами, мобилизующими минеральную матрицу почв к процессам образования аутигенного комплекса железистых минералов. Определенное значение при этом могут играть эманационные потоки метана из геологических толщ, используемых для закачки и подземного хранения газа.

Косвенными критериями подобных процессов служат факты загрязнения грунтовых вод территории горного отвода СПХГ газовой составляющей (метан, этан, этен). Исследованию магнито-минералогических особенностей исследуемых почв авторы посвятят следующий этап работы.

#### **Литература**

1. Бухгалтер Э.Б., Дедиков Е.В., Бухгалтер Л.Б., Хабаров А.В., Будников Б.О. Экология подземного хранения газа. М.: Наука, 2002. 431 с.
2. Можарова Н.В., Пронина В.В., Иванов А.В., Шоба С.А., Загурский А.М. Формирование магнитных оксидов железа в почвах над подземными хранилищами природного газа // Почвоведение. 2007. № 6. С. 707-720.

3. Пронина В.В. Формирование магнитных оксидов железа в почвах при подземном хранении природного газа. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 2007. 21 с.
4. Розанов Б.Г. Геомембрана: мембранная функция почвы в планетарной геосферной системе Земли // Почвоведение. 1988. № 7. С. 54-58.

### МАГНИТНАЯ ВОСПРИИМЧИВОСТЬ ПОЧВ ГОРОДА МЕДНОГОРСКА – КАК ПОКАЗАТЕЛЬ СТЕПЕНИ ЕГО ТРАНСФОРМАЦИИ\*

*Кузнецов В.В., Решетников М.В.*

ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского», Министерство образования и науки РФ

Медногорск – промышленный город, расположенный в южной части западного склона Урала, на безлесных склонах глубокой долины реки Блява. Город находится в 223 км к востоку от областного центра – г. Оренбурга. Климат резко-континентальный, с большим колебанием среднесуточных и среднегодовых температур, сравнительно небольшим количеством осадков.

Основным загрязнителем окружающей среды является ООО «Медногорский медно-серный комбинат». Предприятие перерабатывает медные концентраты, медные руды, клинкера производства цинковых заводов, шлак, штейн, оборотные материалы металлургического производства, в результате чего производится черновая медь и серная кислота. Ниже приводятся результаты петромагнитных исследований почвенного покрова на территории города.

Отбор проб почв проводился согласно существующему ГОСТу [3]. Опробованию подвергалась верхняя часть почв до глубины 10 см. Пробы отбирались методом конверта на площадках опробования площадью 4-10 м<sup>2</sup>. Магнитная восприимчивость почв измерялась как при полевом опробовании, так и в лабораторных условиях. При полевом этапе использовался полевой каппаметр КТ-6, а при лабораторном - стационарный каппаметр каппабридж KLY-2. При лабораторных исследованиях магнитная восприимчивость замерялась в пробах дважды (до и после просеивания) в десятикратном повторении.

Результаты заносились в таблицы и статистически обрабатывались. Для оценки степени привноса техногенных магнитных частиц используется коэффициент магнитности (*Kmag*), который представляет собой соотношение значений магнитной восприимчивости в пробе, отобранной на городской территории, со значением магнитной восприимчивости на фоновых участках [8]. Коэффициент магнитности рассчитывается по формуле:

$$Kmag = \frac{ki}{kf}$$

где *ki* – среднеарифметическое значение магнитной восприимчивости в пробе, *kf* – среднеарифметическое значение магнитной восприимчивости на фоновых участках.

В зависимости от значения коэффициента магнитности можно делать выводы о степени привноса техногенного магнитного материала на урбанизированных территориях. В лаборатории геоэкологии СГУ принята следующая градация: при значении *Kmag* менее единицы степень привноса техногенных магнитных частиц оценивается как допустимая, при *Kmag* от 1 до 3 – умеренная, при *Kmag* от 3 до 5 –

---

\* Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках государственного задания в сфере научной деятельности (проект № 1757) и гранту Президента РФ для поддержки молодых российских ученых (проект МК-5424.2015.5).

опасная и при  $K_{mag}$  более 5 единиц – чрезвычайно опасная.

Всего на территории города Медногорска была заложена 71 площадка опробования. Площадки опробования закладывались таким образом, чтобы охватить все функциональные зоны города (промышленные, селитебные, рекреационные). Схема отбора проб представлена на рисунке 1. В рамках исследований было отобрано также 5 фоновых проб в 5 км северо-западнее города Медногорска в долине реки Кураганка со сходными с городской территорией геолого-геоморфологическими условиями.

По результатам проведенных исследований на территории города Медногорска можно сделать ряд основных выводов:

1. Магнитная восприимчивость почвенного покрова на территории города Медногорска изменяется в широких пределах, в среднем от 34 до  $680 \times 10^{-5}$  ед. СИ, с максимальным значением  $941 \times 10^{-5}$  ед. СИ.
2. Распределение магнитной восприимчивости в почвах фоновых территорий свидетельствует о том, что природные почвы имеют петромагнитные значения близкие к их естественным показателям ( $60-70 \times 10^{-5}$  ед. СИ), за исключением участков выхода на поверхность материнских горных пород с повышенной магнитностью (базальты) порядка  $140-160 \times 10^{-5}$  ед. СИ в выветрелом состоянии. Вследствие этого, при проведении петромагнитного опробования на территории города Медногорска необходимо учитывать близость залегания материнских пород.
3. Площадное распределение значений магнитной восприимчивости и коэффициента магнитности на территории города Медногорска приурочено к промышленным зонам города с максимальным проявлением техногенной нагрузки. Это позволяет использовать петромагнитный метод при проведении геоэкологических и эколого-геологических исследованиях урбанизированных территории с высоким уровнем техногенной нагрузки.
4. Аномальные значения магнитной восприимчивости, зафиксированные на исследуемой территории, требуют проведения детальных магнитно-минералогических исследований. Результаты этих исследований позволят сказать о природе магнитных частиц, а именно подтвердить или опровергнуть их техногенное происхождение.
5. Полученные данные о петромагнитном поле почвенного покрова и его роли для оценки общего геоэкологического состояния на территории города Медногорска необходимо подтвердить более детальными магнитно-минералогическими и геохимическими исследованиями. В частности, необходимо провести эколого-геохимические исследования на определение концентрации тяжелых металлов, содержащихся в шлаках медно-серного комбината, а также эколого-биологические (микробиологические) и эколого-токсикологические (определение индекса фитотоксичности) исследования. Комплексирование данных, полученных в результате применения этих методов, позволит сформировать целостное представление о геоэкологическом состоянии на территории города Медногорска.

#### **Литература**

1. ГОСТ 17.4.4.02-84. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. М., 1984.
2. Решетников, М.В. Результаты геоэкологических исследований почвенного покрова поселка Октябрьский (Дергачевский район Саратовской области) / М.В. Решетников, А.К. Утиулиев, И.С. Пальцев // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Науки о Земле. Том 13. Выпуск 2. 2013. С. 89-94.

## СТОЙКИЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ ЗАГРЯЗНИТЕЛИ В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ ГОРОДОВ КЫРГЫЗСТАНА, РОССИИ И КАЗАХСТАНА

*Амирова З.К.<sup>1</sup>, Белан Л.Н.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Башкирский республиканский научно-исследовательский экологический центр, г. Уфа

<sup>2</sup>Научно-исследовательский институт безопасности жизнедеятельности Республики Башкортостан, г. Уфа

В Национальном докладе о состоянии окружающей среды указываются основные источники загрязнения атмосферного воздуха в городах Кыргызстана: предприятия энергетики, горнодобывающей и перерабатывающей отраслей промышленности, стройматериалов, коммунального хозяйства, частный сектор, а также передвижные источники загрязнения, такие как автомобильный транспорт, а также использование твердого топлива местного происхождения<sup>1</sup>. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников по территории Кыргызской Республики составили около 36 тыс. тонн 2006-2012 гг. с всплеском в 2009 году до 118,2 тыс. т, причем, около 20 тыс. т приходится на г. Бишкек.

В республике наблюдение за состоянием атмосферного воздуха осуществляется по пяти загрязняющим веществам: диоксид азота, диоксид серы, оксид азота, формальдегид и аммиак. Не возобновлен мониторинг взвешенных частиц, оксида углерода, тяжелых металлов, бенз(а)пирена<sup>1</sup>. Проблемы мониторинга атмосферного воздуха существуют и в России и в Казахстане.

К проблеме получения экспериментальных данных мониторинга стандартных веществ добавляется необходимость проведения работ в соответствии со Стокгольмской конвенцией по СОЗ, ратифицированной этими странами. В РФ и Казахстане выполнены отдельные исследования. Так, Башкирия является одним из немногих регионов РФ полноценно исследуемых на содержание СОЗ, включая полихлорированные диоксины и токсичные ПХБ во всех объектах окружающей среды, включая биоту и человека.

Таблица 1. СОЗ в атмосферном воздухе городов Кыргызстана, России и Казахстана, мг/м<sup>3</sup>.

Компонент СОЗ	Бишкек	Караганда	Уфа (фон города)
α-ГХЦГ	49,3-340,7 (166,8)	189,5-798,5 (426,7)	50,9-65,3 (56,1)
β-ГХЦГ	20,3-103,1 (62,2)	12,1-103,9 (39,2)	3,6-8,4 (5,9)
о,р-ДДД	0,25-0,25 (0,25)	9,21-5,2 (3,5)	0,25-2,4 (1,75)
о,р-ДДТ	0,25-0,25 (0,25)	2-4,6 (3,2)	0,25-3,8 (1,78)
о,р-ДДЕ	11,9-73,8 (51,7)	20,6-31,2 (21,6)	7,6-12,3 (9,1)
γ-ГХЦГ	37,4-308,7 (66,7)	27,2-124,5 (79,9)	15-23,9 (20,15)
ПХБ, 6 индикаторных	160,9	313,82	64,35
ГХБ	31,3-40,5 (37,5)	33,2-73,3 (36,4)	27,6-33 (30,6)
ПеХБ	11,9-105,9 (53,8)	7,4-23,3 (10,2)	6,5-9,8 (7,7)

Проводимая в рамках ГМП по СОЗ позволяет частично устранить эти пробелы, и оценить степень значимости проблемы для стран. Экспериментальные данные, приведенные в отчетных документах, позволяют сопоставить уровни отдельных СОЗ в атмосферном воздухе<sup>2,3</sup>. Для выборки были использованы данные, полученные в 2008 году. В таблице 1. приведены значения для отдельных компонентов СОЗ в промышленных городах Бишкек, Караганда и Уфа. Приведены минимальные и максимальные значения, в скобках - медиана полученных данных.

Данные получены в ходе выполнения проекта MONET-CEEC, 2008. Экспериментальные данные получены в лаборатории Исследовательского Центра токсикантов в окружающей среде, г. Брно, Чешская Республика.



Отбор проб проводился методом пассивного пробоотбора (RECETOX-MONET Programme). Анализировали соединения и изомеры СОЗ:  $\alpha$ -ГХЦГ,  $\beta$ -ГХЦГ, хлордан, ДДТ,  $\gamma$ -ГХЦГ, ГХБ, dl-ПХБ - копланарные, индикаторные ПХБ<sup>3</sup>.

Из таблицы следует, что существуют различия в концентрации отдельных компонентов СОЗ в атмосферном воздухе промышленных городов различных стран. Так, Уфа, которая является центром нефтехимии и химии, в том числе и хлорной, по многим компонентам не имеет столь высоких значений, как в пробах из Караганды и Бишкека. Очевидно, более подробный анализ мест пробоотбора позволит выяснить причину столь существенных различий.

#### **Литература**

1. Национальный доклад о состоянии окружающей среды Кыргызской Республики за 2006-2011 годы, Б Бишкек, 196 стр.
2. Global monitoring Plan for Persistent Organic Pollutants. First Regional Monitoring report СЕЕСА. Brno, Czech Republic, 2008, 279 p.
3. GMP DWH, 2014, Hůlek R., Borůvková J., Gregor J., Kalina J., Bednářová Z., Šebková K., Melkes O., Šalko M., Novák R., Jarkovský J., Dušek L., Klánová J. Global Monitoring Plan of the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants: visualization and on-line analysis of global levels of chemicals in air, water, breast milk and blood [online]. Masaryk University, 2014. Available from: <http://www.pops-gmp.org/visualization-2014>.

### **К ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ ИССЛЕДОВАНИЙ СОСТОЯНИЯ НАКОПИТЕЛЕЙ ЖИДКИХ ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ**

*Калашиник А.И., Гилярова А.А., Калашиник Н.А., Смирнова О.В.*

Федеральное государственное учреждение науки Горный институт Кольского научного центра РАН

Выполнен обзор исследований состояния накопителей жидких отходов горнопромышленных предприятий Кольского региона[1]. Показано, что для обеспечения промышленной и экологической безопасности этих потенциально опасных объектов необходимы регулярные исследования их состояния, в основе которых должны быть инженерно-геологические и инженерно-геодезические измерения (рис.).

В целях систематизации и выявления путей для возможной оптимизации выполнена предварительная технико-экономическая оценка затрат как в целом на проведение комплексных исследований состояния накопителей жидких горнопромышленных отходов, так и по основным видам полевых и камеральных работ[2]. В результате выявлено, что для основных групп исследовательских работ, выполняемых для оценки состояния накопителей жидких отходов, наиболее затратными являются инженерно-геодезические работы, проведение которых практически в полтора раза дороже инженерно-геологических. Камеральные работы, включающиеся в себя обработку, анализ и обобщение результатов всех экспериментальных работ, а также составление технического отчета, требуют до одной трети от всех затрат на исследования. Поскольку затраты на отдельные виды работ, как на полевые, так и на камеральные, в основном определяются их объемами (площадь накопителя, протяженность ограждающих дамб, число пунктов определений и т.п.), в работе также выполнена технико-экономическая оценка затрат удельно на соответствующую единицу измерения и связанную с этим камеральную обработку. В целях оптимизации и частичного снижения общего объема финансового обеспечения работ, наряду с повышением информативности и эффективности получаемых результатов, предложено интегрировать в комплексные исследования состояния накопителя жидких промышленных отходов современные инновационные методы и

средства: георадарное подповерхностное и поверхностное зондирование [3], спутниковые георадарные съемки и GPS измерения, а также в большей степени применять автоматизированные методы и технологии [4-5] при камеральной обработке результатов полевых измерений.



Рис. Блок-схема проведения комплексных исследований состояния накопителя жидких горнопромышленных отходов

#### Литература

1. Калашник А.И., Гилярова А.А., Калашник Н.А., Смирнова О.В. Гидротехнические сооружения Мурманской области: геоэкологические проблемы и инновационные исследования// Экологическая стратегия развития горнодобывающей отрасли – формирование нового мировоззрения в освоении природных ресурсов: сб. докл. Всеросс. науч.-техн. конф. участием иностранных специалистов, 13-15 окт. 2014 г. – Апатиты; СПб, 2014. Ч.1. – С.391-399.
2. Калашник А.И., Гилярова А.А., Калашник Н.А. и др. Экономические аспекты исследований состояния ГТС накопителя жидких промышленных отходов// Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом, 2015
3. Мельников Н.Н., Калашник А.И. Инновационные георадарные технологии изучения подповерхностной структуры и состояния природно-технических систем//Вестник Кольского научного центра РАН, 2010, №3, с. 4-8
4. Калашник А.И. Методология применения информационных технологий при освоении минерально-сырьевых ресурсов Кольского полуострова//В сб. Наука и образование. 10 лет вместе. Апатиты, 2005, с. 132-139
5. Информационные технологии в горном деле/ Кол. авторов. - Горный институт КНЦ РАН, 1998, Часть 1

**ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАСЧЕТОВ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА В  
ГОРНЫХ ВЫРАБОТКАХ ГЛУБОКИХ УГОЛЬНЫХ ШАХТ**

*Мартынов А.А., Зазимко В.И., Гриценко А.В.*

Государственное предприятие «Донецкий экспертно-технический центр  
Госгорпромнадзора Украины»

Температура воздуха в лавах, вентиляционных выработках с исходящей струей, подготовительных тупиковых забоях глубоких шахт Донбасса без осуществления эффективных мер по ее снижению превышает допустимые Правилами безопасности значения.

Высокая температура рудничной атмосферы приводит к перегреву организма работающих, снижению уровня безопасности и производительности труда.

Работа в условиях неблагоприятного микроклимата в забоях и резкие смены температур воздуха по длине шахтных вентиляционных маршрутов снижают устойчивость организма к инфекционным и простудным заболеваниям, способствуют развитию профессиональных болезней, которые становятся во многих случаях опасными для жизни горняков.

С углублением горных работ при недостаточном внимании к решению данной проблемы возникают ситуации, когда подготовительные работы и очистная выемка становятся затруднительными или невозможными из-за высоких температур воздуха в горных выработках.

Горное хозяйство действующих глубоких шахт, которые начинали работать на малых глубинах, складывалось без учета теплового фактора. С углублением горных работ в таких шахтах возникает необходимость пересмотра ряда традиционных горнотехнических решений в связи с необходимостью обязательного осуществления целого комплекса мер по регулированию температуры рудничной атмосферы.

Для обоснованного принятия технических решений по регулированию температурных условий требуется выполнение целого комплекса вариантных тепловых расчетов горных выработок.

Для оперативного выполнения тепловых расчетов горных выработок угольных шахт разработана на основании нормативных документов специальная компьютерная технология. Современный вид и содержание разработанной программы прогнозирования температурных условий в выработках шахтной сети и выемочных участков с учетом результатов исследований в последнее десятилетие по ее совершенствованию полно охарактеризованы в ряде печатных научно-технических изданий. Разработанная компьютерная технология представлена в среде Delphi v. 7.0. Область применения программы тепловых расчетов горных выработок на ПЭВМ распространяется на шахты, разрабатывающие пологие и наклонные угольные пласты.

При выполнении расчетов по конкретному выемочному участку сначала производится выбор модуля, соответствующего применяемой системе разработки угольного пласта и схеме проветривания выработок выемочного участка. Все вводимые в последующем исходные данные на отображаемых панелях проверяются автоматически. Основными исходными данными по выемочному участку являются: система разработки, схема проветривания, способ и средства выемки и транспортирования угля, характеристика выработок (длина, площадь и периметр сечения, вид крепи и др.), расход воздуха, наличие местных источников

тепловыделений в выработках (машины и механизмы, другое электрическое оборудование), обводненность выработок, нагрузка на очистной забой и т.д.

Весьма незначительная неопределенность в выборе исходных данных для выполнения тепловых расчетов горных выработок, как показывает практика, может явиться причиной значительных ошибок в определении температуры воздуха в конкретной выработке (выработках) и требующейся холодильной мощности оборудования для искусственного охлаждения воздуха. При этом ошибки могут быть, как в сторону занижения, так и завышения холодильной мощности.

Выполнение тепловых расчетов горных выработок необходимо при разработке проектов новых и реконструируемых шахт, определении перспективных программ развития горных работ по пластам, планировании ввода в эксплуатацию новых выемочных участков, разработке практических мер по улучшению теплового состояния рудничной атмосферы в выработках глубоких горизонтов.

Разработанное программное обеспечение позволяет с достаточной степенью точности решить следующие задачи: выполнить прогноз температуры воздуха в выработках выемочного участка при естественном режиме формирования климатических условий и применении искусственного охлаждения воздуха; определить холодопотребность лавы и необходимую холодильную мощность оборудования для нормализации теплового режима выработок в соответствии с требованиями Правил безопасности.

Внедрение компьютерной технологии прогноза температурных условий в выработках выемочных участков обеспечивает возможность оперативной оценки по тепловому фактору горнотехнических решений и параметров разработки угольных пластов на глубоких горизонтах: системы разработки; направления перемещения очистного забоя; способа управления горным давлением; схемы проветривания выемочного участка и лавы; способа и средств охраны участков выработок; расхода воздуха на выемочном участке; механизации очистных работ; длины выемочного поля, лавы; нагрузки на очистной забой и др.

Программное обеспечение позволяет производить тепловые расчеты сети шахтных воздухоподающих выработок и выработок выемочных участков.

Разработанная компьютерная технология достаточно широко апробирована на глубоких шахтах Донецкого бассейна.

Результаты практического использования компьютерной технологии на ряде шахт с глубиной разработки угольных пластов 600-1350 м показали ее надежную работоспособность, точность и достоверность выполняемых прогнозных тепловых расчетов, преимущества оперативной оценки параметров разработки пластов по тепловому фактору.

Программа проста в использовании, не требует от потребителя специальных навыков и знаний сложной теории тепломассообменных процессов в горных выработках. При выполнении тепловых расчетов с использованием данной программы на ПЭВМ требуется лишь правильный выбор и ввод исходных данных, характерных для шахты и горных выработок.

Положительные результаты использования компьютерной программы позволяют рекомендовать ее для широкого применения работниками угольной промышленности, занимающихся проблемой борьбы с высокими температурами воздуха в шахтах.

Данное программное обеспечение рекомендуется для использования в учебных процессах подготовки бакалавров, специалистов, магистров в высших учебных заведениях горного профиля и в программах переподготовки и повышения квалификации горных инженеров предприятий по добыче угля подземным способом.

Компьютерная технология позволяет рассчитывать тепловые параметры, которые на последующем этапе являются обоснованной базой при проектировании комплекса горнотехнических, технологических и специальных мер по регулированию теплового

состояния рудничной атмосферы в очистных забоях при планировании ведения горных работ на больших глубинах.

## **АДАПТАЦИЯ В ГЕОМЕХАНИКЕ**

*Рахимбеков С. М.*

Казахский Национальный технический университет имени К.И. Сатпаева

Основная идея, проводимая в данной работе - недопустимость проектного задания постоянных конструктивных параметров выемочных участков из-за резких различий горно-геологических условий отдельных участков, в частности особенностей оруденения.

Основные закономерности и влияющие факторы в горном производстве к настоящему времени известны и достаточно хорошо просматриваются, но все же видно и то, что природа геомеханических процессов в массивах пород, их характер развития и возможные последствия, несмотря на глубину исследований, ещё не полностью выяснена. Суть происходящих явлений в массиве пород, во многих практических случаях нераспознаваема и недостаточно ясна, отсюда напрашивается вывод, что уровень развития геомеханики, как науки управления и адаптации, требует дополнительных исследований, позволяющих более эффективно реализовывать те или иные предложения по управлению геомеханическими процессами.

Но важно то, что в управлении геомеханическими процессами в массиве пород есть возможность углублять целенаправленный выбор технологических процессов разработки месторождения. Также, как и в процессах управления другими сложными объектами, здесь мы налаживаем процесс организации такого же целенаправленного воздействия на объект управления, в результате которого этот объект переводится в требуемое (целевое) состояние и адаптация стала занимать почетное место. Дело в том, что без адаптации совершенно невозможно эффективно управлять сложным объектом (простым — можно), т. е. цели управления без адаптации не достигались бы. Не будь адаптации, пришлось бы ограничить управление самыми простыми объектами, типа объектов автоматического регулирования, например, вентиляции или водоотлива.

В работе утверждается, что в горной технологии изначально заложены элементы управления, элементы управляемости, адаптации. Предпринята попытка раскрыть их более подробно с целью формализации известных практических действий по выходу из той или иной кризисной ситуации (например, разрушения горной выработки) и их представления как некоторого алгоритма управления.

Такая возможность алгоритмического анализа управления в геомеханике является основой для принятия решения о создании адаптивной системы управления, форме ее реализации и степени автоматизации.

## **КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНЫЙ АНАЛИЗ КОВША ЭКСКАВАТОРА В СРЕДЕ ANSYS 15.0**

*Тургунбаев М.С.*

Таласский государственный университет

Согласно данным Земельного кадастра Кыргызской Республики площадь каменистых грунтов только в зоне земледелия составляет около 3809 тыс. га, в т.ч. слабокаменистых – 1478 тыс. га; среднекаменистых – 1495 тыс. га; сильнокаменистых - 836 тыс. га [1]. Исследования показывают, что наличие даже 5-7% каменистых

включений в общем объеме породы (грунта) в значительной степени затрудняет работу землеройной техники, а в определенных условиях делает ее практически невозможной. Переменные напряжения во времени, действующие на металлоконструкции землеройной техники в зависимости от содержания каменных включений в грунте, вызывают в металлоконструкциях ходового и рабочего оборудования преждевременные повышенные зазоры в сопрягаемых деталях и усталостные повреждения [2].

Для оценки напряженно-деформированного состояния металлоконструкции ковша экскаватора используются результаты компьютерного моделирования конечно-элементной модели ковша, учитывающей все его особенности. Реализация конечно-элементного анализа напряженно-деформированного состояния ковша при разработке породы с каменными включениями, проводится с использованием возможностей программных систем: SolidWorks, разработанной французской компанией SolidWorks Corporation и ANSYS 15.0, разработанной американской компанией ANSYS Inc.

Объектом исследования является нагруженность ковша экскаватора ЭО-2621 при разработке породы с каменными включениями. Выбор гидравлического экскаватора ЭО-2621 объясняется тем, что основная доля работы малой механизации выполняется этими экскаваторами.

Известно, что наиболее нагруженное состояние элементов рабочего оборудования экскаватора наблюдается в так называемых расчетных положениях [3]. Установлено, что расчетным положением является положение, когда  $\alpha_c = 48^0$ ,  $\alpha_p = 55^0$ ,  $\alpha_k = -5^0$  и  $\alpha_n = 250^0$ , в таком случае  $\alpha_\Sigma = 348^0$ , при этом максимальная сила сопротивления породы разрушению на режущем периметре, исходя из условий устойчивости экскаватора  $P_c = 17600$  н (где  $\alpha_c$  - угол поворота оси стрелы относительно горизонта,  $\alpha_p$  - угол поворота оси рукояти относительно оси стрелы,  $\alpha_k$  - угол поворота оси ковша относительно оси рукояти,  $\alpha_n$  - угол приложения равнодействующей силы  $P_c$ .  $\alpha_\Sigma$  - суммарный угол).

На рис.1 показана геометрическая модель ковша экскаватора ЭО-2621 разработанная в программной среде SolidWorks [4], [5] и импортированная в ANSYS DesingnModeler [6].

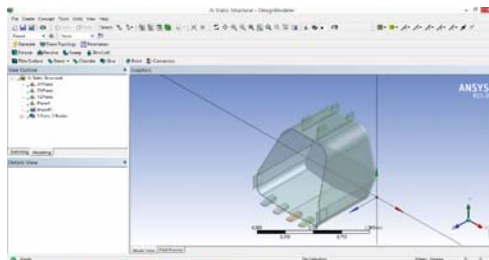
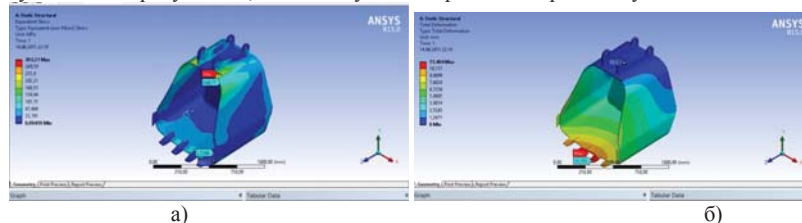


Рис.1. Геометрическая модель ковша импортированная из SolidWorks

В результате статического и усталостного расчетов ковша в Ansys - Static Strurtural – Mechanical получены распределение эквивалентного напряжения по Мизесу (рис.2а), полного перемещения по конструкции ковша (рис.2б). Анализ распределений приведенного напряжения по Мизесу показывает, что наиболее нагруженными участками являются зона крепления кронштейна к ковшу, козырек ковша, а также зоны крепления зубьев к козырьку ковша.

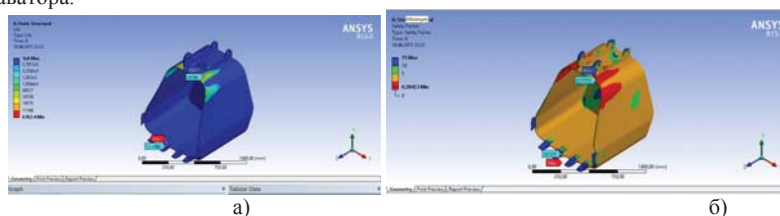
Максимальное значение приведенного напряжения по Мизесу в наиболее нагруженном локальном участке равняется 224,77 Мпа (рис.2а), которое близко к значению предела текучести конструкционной стали ( $\sigma_T = 250$  Мпа). Из анализа рис.2б следует, что наиболее деформированными участками являются участки крепления

зубьев к козырьку ковша, особенно участки крепления средних зубьев.



а) б)  
Рис.2. Распределение приведенного напряжения по Мизесу, полного перемещения по конструкции ковша

По результатам статического расчета в ANSYS Static Structural имеется возможность рассчитать конструкцию на усталостную долговечность в модуле Desinglife [7],[8]. Для этого необходимо знать закон изменения внешней нагрузки, действующей на конструкцию. На рис.3а показано изменение долговечности, а на рис.3б распределение коэффициента долговечности по локальным участкам ковша экскаватора.



а) б)  
Рис.3. Изменение долговечности коэффициента долговечности по локальным участкам ковша экскаватора

На рис.4 показаны повреждения и разрушения локальных участков металлоконструкции ковша экскаватора в производственных условиях.



Рис.4. Повреждения и разрушения, наблюдаемые в ковше в условиях эксплуатации: красные линии – зоны повреждения

Из анализа рис.3 и 4 следует, что результаты конечно-элементного анализа и усталостных повреждений, наблюдаемых в эксплуатационных условиях ковша экскаватора дают качественно схожие картины.

Таким образом на основе конечно-элементного структурного статического анализа в программной среде ANSYS можно установить напряженно-деформированное состояние, а также усталостную долговечность локальных участков ковша экскаватора в зависимости от закона изменения силы сопротивления породы, содержащей каменные включения разрушению.

#### Литература

1. Мамытова Д.А. Природно-сельскохозяйственное районирование и использование земельных ресурсов Кыргызской Республики: Авт. дис... д-ра сх. наук: 03.00.27: защищена 09.10.1998. – Бишкек: НАН КР, 1998. - 35 с. [электронный ресурс] // URL:<http://earthpapers.net/preview/35594/a#?page=31> (дата обращения 25.04.2015)
2. Тургунбаев М.С. Ж.Ж.Тургунбаев. Монография Грунтовые условия эксплуатации землеройных машин на территории Кыргызской Республики Бишкек, 2008, 80 с.
3. Н.Н.Живейнов, Г.Н.Карасев, И.Ю.Цвей Строительная механика и

- металлоконструкции строительных и дорожных машин. Москва. «Машиностроение», 1988 г. – 280 с.
4. Прохоренко В.П. SolidWorks. Практическое руководство. М.: ООО «Бином-Пресс», 2004 г. -448 с.: ил.
  5. Тикун Ш. Эффективная работа: SolidWorks 2004. – СПб.: Питер, 2005 г. -768 с.: ил.
  6. Ansys Workbench v.15.
  7. Берендеев Н.Н. Применение системы ANSYS к оценке усталостной долговечности. Учебно-методический материал по программе повышения квалификации «Новые подходы в исследованиях и разработках информационно-телекоммуникационных систем и технологий». [Электронный ресурс] / Н.Н. Берендеев. – Электрон. текстовые дан. и граф. дан – Нижний Новгород: Б. изд., 2006. – 82 с. – Режим доступа: <http://www.unn.ru/pages/e-library/aids/2006/4.pdf>, свободный.
  8. Mughrabi H. On “multy-stage” fatigue life diagrams and the relevant life-controlling mechanisms in ultrahigh-cycle fatigue // Fatigue Fracture Engineering Material Structure. – 2002. N 25. – p. 755 – 764.

#### **РАЗРАБОТКА ЦИФРОВЫХ МОДУЛЕЙ «VRG» И «VRG-ANALYSIS» В РАМКАХ ИССЛЕДОВАНИЙ ВОДОРАСТВОРЕННЫХ ГАЗОВ**

*Новосельцев А.В.*

Ростовский государственный строительный университет

Поскольку работа с большими массивами числовых данных обычно весьма трудоемка и сопряжена с увеличением риска появления ошибок, то она требует отработанной схемы действий с максимальной автоматизацией процесса. Поэтому в рамках квалификационной научной работы возникла необходимость создания методики позволяющей работать со значительными объемами информации о качественном и количественном составе водорастворенных газов.

Для облегчения обработки результатов химических анализов и оперативного перехода к их графическому отображению, было принято решение о создании единого программного продукта, увязывающем табличные редакторы, и базы данных созданные в процессе исследований с редакторами построения карт пространственной распространенности газовых компонентов в соответствии с требованиями нормативной документации. [1,2,3,4] (рис. 1)



Рис. 1 Логическая блок-схема работы и взаимодействия программ Vrg и Vrg-analysis.



Поскольку разрабатываемая методика подразумевает максимальную автоматизацию процесса обработки данных, то это подразумевает вовлечение в работу ЭВМ с соответствующим программным сопровождением, которое решало бы такие задачи как оцифровка, сохранение, анализ и графическое отображение результатов полевых и лабораторных исследований водорастворенных газов. Важным аспектом являлось создание логичной и выверенной методики, построенной на интуитивном понимании процесса работы и не требующей глубоких знаний в пользовании ЭВМ.

Для решения поставленной задачи было предложено разработать программный комплекс, состоящий из двух модулей: Vrg и Vrg-analysis. Задачей первого является оцифровка лабораторных и полевых данных о качественном и количественном составе водорастворенных газов с последующим созданием баз данных Microsoft Office Access. [5,6]

Помимо этого, модуль Vrg, по средствам графического редактора Golden Software Surfer 8 или более поздней версии, производит создание числового массива (грида) и автоматическое построение карт газонасыщенности и газораспространенности.

Модуль Vrg-analysis позволяет производить анализ данных о составе и количестве водорастворенных газов посредством ряда апробированных формул, коэффициентов и уравнений. [7,8,9, 10]

Интерфейс компьютерной программы позволяет непосредственно работать в области ввода значений или импортировать их из ранее созданных баз данных Microsoft Office Access. Помимо прочего функционал программы позволяет сохранять и загружать созданные ранее файлы. (рис. 2)

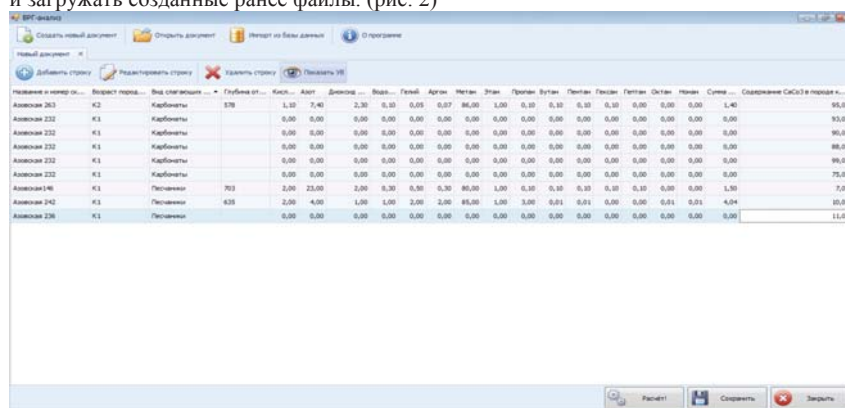


Рис. 2. Страница ввода данных модуля Vrg-analysis.

Редактирование и ввод данных в рабочей области происходит посредством выпадающего контекстного меню. Область работы модуля Vrg-analysis ограничена такими газами как: кислород, водород, углекислый газ, азот, аргон, гелий, метан и его гомологи вплоть до нонана. Помимо значений водорастворенных газов, в контекстном меню можно отображать некоторые характеристики коллектора, используемые в дальнейших расчетах.

После ввода данных в программу происходит их автоматическая обработка с целью определения характеристики гидрогеологических зон, возраста пластовых вод, характера восстановленности среды, оценки нефтегазоносности исследуемой территории и пр., посредством ряда апробированных формул, коэффициентов и уравнений. Полученные результаты отображаются на листе вывода данных. (Рис.7) В дальнейшем модуль Vrg-analysis позволяет отправить документ на печать или

экспортировать данные в программу Adobe Acrobat для их сохранения в формате Portable Document Format (PDF).

Таблица вывода данных снабжена функцией вызова информационного окна, отображающего методику по которой велся расчет.

Предлагаемая методика может быть полезна при исследовании подземных вод глубоких горизонтов, при предварительной оценке нефтегазоносности рассматриваемых площадей, а также для анализа техногенных газовых полей и газогеохимического районирования урбанизированных территорий. [11, 12] Использование приведенной методики может заметно упростить работу с большим объемом цифровых данных количественного и качественного состава водорастворенных газов, сократить временные затраты на производство работ, а также за счет автоматизации процесса снизить вероятность появления ошибок.

#### **Литература**

1. ГОСТ 28441-99 Картография цифровая. Термины и определения
2. ГОСТ Р 52438-2005 Географические информационные системы. Термины и определения.
3. ГОСТ Р 52571-2006 Географические информационные системы. Совместимость пространственных данных.
4. ГОСТ Р 52573-2006 Географическая информация. Метаданные.
5. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2014611917 от 13 февраля 2014 года // «Программный комплекс для хранения и графического отображения данных о количественном составе водорастворенных газов».
6. Новосельцев А.В. «Разработка расчетно-графического комплекса обработки результатов исследования водорастворенных газов». // Научное обозрение. №12, 2013; с-260.
7. Крайча Я. Газы в подземных водах. Пер. с чешск. – М.: 1980-343с. – Пер. изд.: ЧССР. 1977.
8. Зингер А.С. Газогидрохимические критерии оценки нефтегазоносности локальных структур (на примере Нижнего Поволжья)/ А.С. Зингер // Труды Нижневолжского научно-исследовательского института геологии и геофизики. – Саратов: Изд-во Саратов. Ун-та. 1966. – 475 с.
9. Павлов А.Н. Об определении возраста подземных вод гелий аргоновым методом //Сов. Геология, 1970. № 10. - С. 140.
10. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2015615525 от 20 мая 2015 года // «Экспресс анализ водорастворенных газов».
11. СП 47.13330.2012 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения.
12. СНиП 11-102-97 Инженерно-экологические изыскания для строительства.

### **СРАВНЕНИЕ ОЦЕНОК ДЕФОРМАЦИИ ЗЕМНОЙ КОРЫ СЕВЕРНОГО И ЦЕНТРАЛЬНОГО ТЯНЬ-ШАНЯ, ПОЛУЧЕННЫХ НА ОСНОВЕ СЕЙСМИЧЕСКИХ И GPS ДАННЫХ\***

*Сычева Н.А., Мансуров А.Н.*

Для оценки современного напряженно-деформированного состояния Северного и Центрального Тянь-Шаня на основе сейсмических данных на Научной станции РАН в г. Бишкеке (НС РАН) используются различные методы и подходы. В частности, в НС

---

\* Работа выполнялась при частичной поддержке по гранту РФФИ № 15-05-06857а

РАН анализ сейсмологических данных выполнялся двумя различными методами: С.Л. Юнга [1] и Ю.Л. Ребецкого [2, 3]. В первом случае на основе СТД метода рассчитывались параметры тензора приращений сейсмоструктурных деформаций, а во втором – с применением метода катакластического анализа (МКА) разрывных нарушений кроме параметров этого тензора определялись также компоненты тензора напряжений. Оба метода основаны на анализе фокальных механизмов очагов. Результаты этих исследований представлены в работах [4-6]. Применение этих методов к сейсмическим данным позволяет получать оценки направления главных осей деформаций, определение вида деформации (коэффициент Лоде-Надаи) и выделять области с различными режимами деформации.

Наличие в Тянь-Шане сильных *современных движений и деформаций земной коры* было показано методами классической геодезии во второй половине 20-го века, однако использовавшиеся тогда технологии не могли дать надежной количественной оценки этих движений. Для получения таких оценок в 1992 году было начато создание Центрально-Азиатской GPS-сети [7], геодезические измерения на которой проводятся с использованием технологии GPS. Для обработки GPS-данных с целью получения оценок скоростей пунктов используется разработанный в МИТ программный пакет GAMIT/GLOBK [8]. На настоящее время ЦА-GPS-сеть содержит более 600 пунктов, для большинства из которых получена надежная оценка скорости движения. Для *моделирования деформационных процессов* в земной коре Тянь-Шаня на основе каталога скоростей пунктов ЦА-GPS-сети разными исследователями применялись различные подходы. В частности, в [7] была рассчитана дивергенция поля скоростей, в [9] была использована блочная модель, основанная на положении важнейших региональных разломов, в [10] был использован метод статистического выделения малодеформируемых блоков, в [11] был использован подход, основанный на вычислении тензора градиента скорости поверхности земной коры.

*Сейсмические данные и методы.* В данной работе в качестве исходных данных использовался каталог фокальных механизмов очагов 157 землетрясений, произошедших на исследуемой территории с 1996 по 2013 гг. с  $K > 10.5$ . Для определения типа фокального механизма использовался метод волновой инверсии [4], а для построения карт СТД метод сейсмоструктурной деформации [4, 12].

*GPS данные и методы.* В данной работе в качестве исходных данных был использован каталог скоростей 454 пунктов Центрально-Азиатской сети GPS наблюдений. Данный каталог не содержит пунктов, для которых ошибки оценки скорости превосходят 4 мм/год по горизонтальным и 8 мм/год по вертикальной компоненте. Для расчета поля тензора скорости деформации был использован метод, основанный на взвешенном методе наименьших квадратов, предложенный в [13]. Аспекты применения этого метода к использованным в данной работе данным подробно изложены в [14]. Расчет производился с использованием программного комплекса SUR\_GPS\_STRAINS [15].

В результате выполненной работы проведены сравнения оценок напряженно-деформированного состояния Северного и Центрального Тянь-Шаня полученных на основе сейсмологического и геодезического методов. Использовались сейсмические данные – карты СТД, полученные на основе фокальных механизмов очагов за 1996-2013 гг., и геодезические данные – скорости GPS пунктов за период наблюдений 1994-2012 гг. Сравнение оценок двух методов показало, что в целом результаты их хорошо согласуются, некоторые отличия можно обосновать тем, что сейсмичность содержит данные о хрупкой деформации, а GPS данные включают в себя все виды деформации, происходящие в земной коре.

#### **Литература**

1. Юнга С.Л. Методы и результаты изучения сейсмоструктурных деформаций. М.: Наука, 1990. 191с.

2. Ребецкий Ю.Л. Третий и четвертый этапы реконструкции напряжений в методе катакластического анализа сдвиговых разрывов // Геофизический Журнал. 2009. Т. 31. № 2. С. 93-106.
3. Ребецкий Ю.Л. Тектонические напряжения и прочность горных массивов. М.: Изд. Наука. 2007. 406 с.
4. Сычева Н.А., Юнга С.Л., Богомолов Л.М., Мухамадиева В.А. Сейсмотектонические деформации земной коры Северного Тянь-Шаня (по данным определений механизмов очагов землетрясений на базе цифровой сейсмической сети KNET) // Физика Земли. N11. 2005 . С62-78
5. Сычева Н.А., Богомолов Л.М, Юнга С.Л., Макаров В.И. Сейсмотектонические деформации и новейшая тектоника Тянь-Шаня. // Физика Земли. 2008. №5. С.3-15.
6. Rebertsuy Yu. L., Kuchai O.A., Sycheva N.A., Tatevossian R.A. Development of inversion methods on fault slip data Stress state in orogenes of Central Asia // Tectonophysics. Vol.581. 2012. P.114-131.
7. Зубович А.В. Изучение поля скоростей современных движений земной коры Центрального Тянь-Шаня методами космической геодезии. Дисс. канд. физ.-мат. наук. М. 2001 95 с.
8. Herring T.A., King B.W., McClusky S.C. Introduction to GAMIT/GLOBK Release 10.35 // EAPS. MIT. 2009. 45 p. (English)
9. Б. Дж. Миди, Б. Х. Хагер. Современное распределение деформации в Западном Тянь-Шане по блоковым моделям, основанным на геодезических данных // Геология и геофизика, 2001. Т. 42. № 10. С. 1622—1633.
10. Кузиков С.И. Мухамедиев Ш.А. Структура поля современных скоростей земной коры в районе Центрально-Азиатской GPS-сети // Физика Земли. 2010. №7. С. 33-51.
11. Костюк А.Д. Деформационные изменения земной коры Северного Тянь-Шаня по данным космической геодезии // Вестник КРСУ. 2008. Т. 8. № 3. С.140-144.
12. Юнга С.Л. О классификации тензоров сейсмических моментов на основе их изометрического отображения на сферу // Докл. РАН. 1997. Т. 352. N 2. С.253-255.
13. Shen Z.-K., Jackson, D.D., Ge, B.X., 1996. Crustal deformation across and beyond the Los Angeles basin from geodetic measurements, Journal of Geophysical Research, 101, 27957-27980.
14. Мансуров А.Н. Поле скорости современной деформации земной коры Северного и Центрального Тянь-Шаня по данным наблюдений ЦА-GPS-сети // текущий сборник
15. Мансуров А.Н. Структурное проектирование автоматизированной системы расчета поля скорости деформации земной коры по данным GPS наблюдений. // Проблемы автоматизации и управления. г. Бишкек. 2012. №2

#### **АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОБРАБОТКИ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ ДАННЫХ**

*Гиясов А.А.<sup>1</sup>, Ли И.Т.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Таджикский технический университет им. ак. М.С. Осими

<sup>2</sup>Российско-таджикский славянский университет

Важное место в геологии занимает обработка геологоразведочных данных, которая позволяет качественно определить месторождения полезных ископаемых. В этом плане при проведении геологоразведочных работ основной задачей является

определение формы рудного тела. На основе трехмерной модели рудного тела можно построить блочную модель и тем самым провести подсчет запасов месторождения. Для построения визуальных моделей используются данные геологоразведок, которые зачастую имеют ограниченное количество данных.

На сегодняшний день разработано множество инструментов для построения двухмерных и трехмерных моделей рудного тела. Большинство этих программ ориентированы на хорошую изученность территории, что в реальности является маловероятной. Также для построения визуальных моделей необходимо обязательное участие геолога, т.е. по полученным данным кондиций необходимо вручную построить области для построения каркасной модели. Этот процесс занимает не мало времени в зависимости от размеров месторождения. По сути данный процесс включает соединение крайних точек рудных интервалов скважин, находящихся на одном уровне. При этом соединение происходит не прямыми линиями, а кривыми. Таким образом, после построения нескольких замкнутых областей по ним строится каркасная модель.

Недостатками ручной обработки являются:

- большая трудоемкость;
- низкая точность, зависящая от исследователя, т.е. в зависимости от расположения точек два геолога могут построить разные области или один и тот же геолог может построить разные области в разное время;
- невнимательность исследователя, которая может привести к пропуску скважин;
- отсутствие мобильности обработки в геологоразведочных партиях.

Данные недостатки могут повлиять на точность построения модели рудного тела, а так же отнимает много времени у геологов.

С учетом вышеперечисленных недостатков актуальное значение приобретает автоматизация процессов, связанных с обработкой геологоразведочных данных. Поэтому в данной работе предлагается, для автоматического оконтуривания рудного тела, использовать автоматизированную систему обработки геологоразведочных данных (АСОГРД).

В основе такой системы лежит программно-математический комплекс обработки геологоразведочных данных, в котором для построения областей были рассмотрены интерполяционные методы. При этом была поставлена задача выявить наиболее подходящий к реальности метод интерполяции при ограниченном количестве данных, который мог бы максимально близко отражать область построенную вручную. Проведенные исследования показали, что кубический сплайн дает минимальную погрешность при построении замкнутых областей в двухмерном и трехмерном пространствах.

Функциями Автоматизированной системы обработки геологоразведочных данных (АСОГРД) являются:

- ввод и редактирование данных в БД;
- загрузка данных в БД из внешних источников;
- предварительная обработка данных;
- построение областей в двухмерном пространстве;
- построение объемного тела в трехмерном пространстве;
- визуализация данных геологоразведок;
- выгрузка визуальной модели для внешних источников;

Система разработана на основе языка программирования C++ и открытой графической библиотеки OpenGL.

Программно-математическое обеспечение АСОГРД основано на алгоритмах кубической интерполяции для построения площадей в сечениях, расчете точности построенных областей на основе среднеквадратичного отклонения, а так же построения объемных тел по принципу бикубической интерполяции.

БД реализована в СУБД Oracle и хранит первичную и обработанную

информацию.

Предлагаемая система в виде пакета прикладных программ может быть реализован на любом компьютере включая на портативных устройствах, что обеспечивает ее мобильность и использование в условиях геологических партий.

Построение каркасной модели происходит в автоматическом режиме. Принято, что сокращение времени обслуживания не менее 25% является показателем эффективности системы. Учитывая то, что АСОГРД полностью берет на себя оконтуривание рудного тела, можно считать, что данная система эффективна. При этом анализ работы системы показал, что использование методов интерполяции дает максимально точные результаты. Поэтому данную систему можно использовать для обработки геологоразведочных данных.

### ПОЛЕ СКОРОСТИ СОВРЕМЕННОЙ ДЕФОРМАЦИИ ЗЕМНОЙ КОРЫ СЕВЕРНОГО И ЦЕНТРАЛЬНОГО ТЯНЬ-ШАНЯ ПО ДАННЫМ НАБЛЮДЕНИЙ ЦА-GPS-СЕТИ

*Мансуров А.Н.*

Движения точек поверхности Земли, наблюдаемые при помощи технологии GPS, являются проявлением сложных деформационных процессов в толще земной коры. Накопленный к настоящему времени объем данных GPS-наблюдений на геодезических сетях по всему миру позволяет строить *устойчивые двумерные деформационные модели* даже в масштабе отдельных регионов. Оценки распределения деформаций, предоставляемые такими моделями, позволяют лучше понять природу и локализацию различных геодинамических процессов, дать дополнительные сведения о современном состоянии земной коры.

В данной работе *рассматриваются современные деформации земной коры в регионе, ограниченном 40,5 и 44 градусами с.ш. и 72 и 78 градусами в.д.* Кратко изложена активно используемая в настоящее время [1-4] деформационная модель, впервые предложенная в [1], и представлены результаты ее применения к данным GPS-наблюдений Центрально-Азиатской GPS-сети. В качестве исходных данных был использован каталог оцененных скоростей геодезических реперов, рассчитанный по результатам измерений, проводимых лабораторией космической геодезии ИС РАН при помощи технологии GPS. Этот каталог не содержит пунктов, для которых ошибки определения скорости превосходят 4 мм/год по горизонтальным и 8 мм/год по вертикальной компоненте.

*Математическая модель и методика расчета скорости деформации земной коры* была предложена в [1]. Она основана на разложении в ряд Тейлора функции скорости точки GPS-наблюдения от ее радиус-вектора:

$$U = T + \frac{dU}{dX} \Delta X + E = T + L \Delta X + E \quad (1)$$

где:  $U$  – вектор скорости в точке наблюдения,  $T$  – вектор скорости в начале отсчета,

$L$  – тензор градиента скорости в начале отсчета (точке расчета),  $\Delta X$  – радиус-вектор точки наблюдения,  $E$  – остаточный член:

$$U = \begin{bmatrix} u_x \\ u_y \end{bmatrix}; \quad T = \begin{bmatrix} t_x \\ t_y \end{bmatrix}; \quad L = \begin{bmatrix} L_{xx} & L_{xy} \\ L_{yx} & L_{yy} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial u_x}{\partial x} & \frac{\partial u_x}{\partial y} \\ \frac{\partial u_y}{\partial x} & \frac{\partial u_y}{\partial y} \end{bmatrix}; \quad \Delta X = \begin{bmatrix} \Delta x \\ \Delta y \end{bmatrix}; \quad E = \begin{bmatrix} e_x \\ e_y \end{bmatrix}$$

В уравнении (1)  $U$  и  $\Delta X$  определяются одной точкой исходного каталога

скоростей, а  $T$  и  $L$  – неизвестные. Таким образом, всего при расчете тензора градиента скорости в любой точке земной поверхности имеются 6 скалярных неизвестных, и каждая точка GPS-скоростей дает 2 скалярных уравнения. При расчете используются все GPS-точки, и полученная переопределенная система линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) решается взвешенным методом наименьших квадратов (МНК).

При задании весов в МНК учитываются 2 фактора:

1. вес уравнения обратно пропорционален оцененной погрешности соответствующей компоненты скорости GPS-точки (общепринятая практика в МНК),

2. из-за неоднородности поля скорости деформации математическое ожидание модуля остаточного члена  $E$  в уравнении (1) возрастает с увеличением модуля  $\Delta X$  расстояния от GPS-точки до точки расчета тензора. Для учета этого фактора в данной работе принято предложенное в [1] домножение веса уравнения на величину  $f = \exp(-2|\Delta X|/d_0)$ , где  $d_0$  – произвольная константа – радиус сглаживания.

При допущении локальной однородности поля скорости деформации следует избегать экстраполяции и со скептицизмом относиться к результатам расчета в узлах, сильно удаленных от всех пунктов GPS наблюдений. Для формализации этих требований вводится критерий значимости результата расчета. Из точки расчета проводятся лучи в направлении всех точек наблюдений, лежащих в радиусе  $2d_0$  от нее. Находится максимальный угол между двумя лучами, внутри которого нет других лучей. Результат расчета признается высоко значимым, если этот угол не превосходит  $90^\circ$ , средне значимым, если он не превосходит  $180^\circ$ , и низко значимым в других случаях.

Рассчитанный тензор градиента скорости  $L$  разбивается на симметричную и косимметричную части, характеризующие соответственно скорость деформации и скорость вращения земной коры вокруг точки расчета. На основе главных значений тензора скорости деформации вычисляются скорость двумерной дилатансии  $\Delta_s$  (скорость изменения площади) и скорости горизонтально-сдвиговой деформации – максимальная возможная  $\Sigma_{\max}$  и кажущаяся  $\Sigma_{\text{apparent}}$ .

Чтобы оценить распределение скорости деформации по исследуемому региону, он был покрыт равномерной сеткой точек с шагом 16,7 км по направлениям север-юг и восток-запад. Использовался радиус сглаживания  $d_0 = 25$  км, приблизительно равный расстоянию между пунктами наблюдений в большей части исследуемой территории.

Для расчета поля тензора скорости деформации был использован разработанный автором программный комплекс SUR\_GPS\_STRAINS [5].

Анализ результатов расчета показал, что для исследуемого региона в целом характерно субмеридиональное сжатие, однако деформации распределены неоднородно. Наибольшее сжатие происходит в Чуйской впадине по азимуту  $15^\circ$  (поперек простирания впадины), и в Иссык-Кульской впадине по азимуту  $-20^\circ$  (поперек простирания впадины). Меньшие по модулю уровни сжатия наблюдаются в Нарынской (азимут  $-30^\circ$ , поперек простирания впадины) и Кетмень-Тюбинской впадины (азимут  $-20^\circ$ , под углом около  $60^\circ$  к простиранию впадины). В восточной части региона сжатие направлено поперек простирания геологических разломов. В западной части региона – сжатие направлено под углом  $30-45^\circ$  по часовой стрелке к Таласо-Ферганскому разлому (свидетельствует о возможности правого сдвига), а западнее его – поперек простирания разломов, обрамляющих Ферганскую впадину.

Представленное в работе исследование частично поддержано грантом РФФИ № 15-05-06857а.

#### Литературы

1. Shen Z.-K., Jackson, D.D., Ge, B.X., 1996. Crustal deformation across and beyond the Los Angeles basin from geodetic measurements, Journal of Geophysical

Research, 101, 27957-27980.

2. Sagiya T., Miyazaki S. and Tada T. Continuous GPS array and present-day crustal deformation of Japan // PAGEOPH. – 2000. – P. 2303–2322.

3. Allmendinger R.W., Reilinger R., Loveless. J.. Strain and rotation rate from GPS in Tibet, Anatolia, and the Altiplano // Tectonics, 2007, Vol. 26, TC3013, doi:10.1029/2006TC002030

4. Pesci A., Teza G. Strain rate analysis over the central Apennines from GPS velocities: the development of a new free software. // Bollettino di Geodesia e Scienze Affini 56, 2007. P.69-88.

5. Мансуров А.Н. Структурное проектирование автоматизированной системы расчета поля скорости деформации земной коры по данным GPS наблюдений. // Проблемы автоматизации и управления. г. Бишкек. 2012. №2

### **ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ВОЛНОВОЙ ИНВЕРСИИ И СЕЙСМОТЕКТОНИЧЕСКИХ ДЕФОРМАЦИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ НАПРЯЖЕННО- ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ТЕРРИТОРИИ ЦЕНТРАЛЬНОГО ТЯНЬ-ШАНЯ**

*Сычева Н.А.*

Фокальные механизмы очагов позволяют оценить деформационные процессы земной коры на глубинах недоступных для непосредственного изучения. В настоящее время подавляющий объем информации по механизмам очагов землетрясений, в современной сейсмологии, получен на основе данных по полярности вступления сейсмических волн. До настоящего времени данный подход для оценки механизмов очагов землетрясений используется на Научной станции РАН (НС РАН) [1, 2]. Вместе с тем наличие широкополосных цифровых записей волновых форм позволяет использовать современные методы расчета механизма землетрясения, основанные на волновом моделировании. Это предоставляет определенные преимущества, главными из которых являются: высокая точность определения параметров землетрясения и возможность оценки событий, находящихся за пределами сейсмической сети. Каталог фокальных механизмов, полученный на НС РАН на основе данных по полярности вступления сейсмических волн, включает в себя события по ограниченной территории, что позволяет оценить деформационные процессы небольшой области Северного Тянь-Шаня. Использование метода волновой инверсии позволит определить фокальные механизмы очагов для территории за пределами станций сети и оценить деформационные процессы, протекающие на территории Центрального Тянь-Шаня, на основе применения метода сейсмотектонических деформаций (СТД) [3].

**Применение метода волновой инверсии к определению фокальных механизмов по данным сети KNET.** Метод волновой инверсии был применен для определения тензоров сейсмического момента событий, которые произошли на территории расположения станций сети KNET за 1996-2006 гг. [5]. В данной работе этот метод применен к событиям, которые произошли за 2007-2013 гг. Волновые формы этих событий частично были получены с сайта [6] IRIS (2007-2010гг.), а частично использовались цифровые записи станций сети KNET, хранящиеся на НС РАН (2011-2013 гг.).

Для расчета отбирались землетрясения, лежащие в пределах исследуемого региона и имеющие энергетический класс  $K$  не ниже 10.5. ( $M > 3.5$ ) Определение фокальных механизмов очагов землетрясений осуществлялось программой, разработанной Ю. Яги [7], которая использует метод инверсии волновой формы, представленный выше. В данной программе функция Грина рассчитывается по методу



Кокецу [8] модифицированному Кикучи [9], при этом процедура инверсии строится согласно [10].

При расчете функции Грина для территории Северного Тянь-Шаня использовалась скоростная модель ИГД РАН [11], плотности пород указывались согласно [12], затухание  $Q$  определялось на основе геологической карты [13] и таблицам по свойствам пород [4].

Технология волновой инверсии применялась для оценки параметров очагов землетрясений, таких как strike, dip, slip, магнитуда  $M_w$  и глубина для событий находящихся на расстоянии  $1^\circ$ - $2^\circ$  от сейсмологической сети.

**Результаты.** В результате обработки цифровых записей землетрясений, получены тензора сейсмического момента для событий за 2007-2013 гг. и сформирован результирующий каталог, который включает в себя 128 событий, которые произошли в окрестности сети KNET за 1996-2013 гг. с  $M > 3.5$  и данные из каталога СМТ (36 событий). Построены диаграммы распределения направления осей сжатия и растяжения и угла погружения этих осей. К исследуемым событиям применен метод сейсмотектонических деформаций, построена карта СТД и выделены зоны проявления режимов СТД. Построены карты распределения коэффициента Лоде-Надаи и угла напряженно-деформированного состояния и выделены зоны сжатия и зоны с преобладающим горизонтальным усилием.

#### Литературы

1. Сычева Н.А., Юнга С.Л., Богомолов Л.М., Мухамадиева В.А.. Сейсмотектонические деформации земной коры Северного Тянь-Шаня (по данным определений механизмов очагов землетрясений на базе цифровой сейсмической сети KNET). //Физика Земли. N11. 2005. С62-78
2. Сычева Н.А., Юнга С.Л. Обновленные материалы по механизмам очагов и сейсмотектоническим деформациям земной коры Тянь-Шаня // Труды конференции с участием иностранных ученых, 03–06 октября 2011, г. Новосибирск. С 151-156.
3. Юнга С.Л. Методы и результаты изучения сейсмотектонических деформаций. М.: Наука, 1990, 191с.
4. Thorne Lay, Terry C. Wallace Modern Global Seismology. – San Diego: Academic Press. 1995. – 521p.
5. Костюк А.Д. Механизмы очагов землетрясений средней силы на Северном Тянь-Шане // Вестник КPCY. Том 8, №1. С. 100-105. ISSN 1694-500X. 2008. [http://www.iris.edu Incorporated Research Institutions for Seismology \(IRIS\)](http://www.iris.edu Incorporated Research Institutions for Seismology (IRIS))
7. Yagi Y. Determination of focal mechanism by moment tensor inversion. – Tsukuba: IISSE Lecture Note. 2004. – 51 p.
8. Kohketsu K. The extended reflectivity method for synthetic nearfield seismograms, J. Phys. Earth, 1985. V. 33. P. 121–131.
9. Kikuchi M., Kanamori H. (1991), Inversion of complex body waves-b, Bull. Seismol. Soc. Am., 81, 2335–2350.
10. Fukahata, Yukitoshi; Y. Yagi; M. Matsu'ura, Waveform inversion for seismic source processes using ABIC with two sorts of prior constraints: Comparison between proper and improper formulations, Geophys. Res. Lett., 30, 10.1029/2002GL016293, 2003.
11. Земная кора и верхняя мантия Тянь-Шаня в связи с геодинамикой и сейсмичностью / Отв. ред. А.Б. Бакиров. –Бишкек: Илим. 2006. – 116с.
12. Курскеев А.К., Белослюдцев О.М., Жданович А.Р., Серазетдинова Б.З., Степанов Б.С., Узбеков Н.Б. Сейсмологическая опасность орогенов Казахстана. Алматы: Эверо.2004г. – 294с.
13. Геологическая карта Киргизской СССР. Масштаб 1:500 000 / Гл. ред. С.А. Игембердиев. Л.: Мингео СССР. 1980. 6 листов.

### КОНЦЕПЦИЯ ЭКОЛОГИЗАЦИИ ЭКОНОМИКИ ДОБЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ

*Муратова Ш.Н., Алимходжаев С.Р.*

ТашГТУ, Узбекистан

Известно, что развитие промышленности и внедрение новых прогрессивных технологий негативно сказывается на окружающей среде. При этом увеличиваются выбросы в атмосферу и сбросы в водные объекты, образуется большое количество токсичных отходов, меняется температурный фон, истощается озоновый слой, нарушается почвенный покров, ослабевает ассимиляционный потенциал природы. В связи с этим, для поддержания инновационной направленности развития промышленности необходим новый подход, учитывающий экологический аспект в системе социально-экономического планирования. В данном случае становится очевидным, что назрела смена парадигмы природопользования. Она выражена еще в решениях Конференции Организации объединенных наций по охране окружающей среды в Рио-де-Жанейро (1992 год): "Экономика не ограничивается созданием материальных ценностей, а экология не относится только к охране природы; оба понятия в равной мере касаются улучшения судьбы человека".

Для достижения целей экологизации экономики, необходимо изменить порядок программирования. Вначале предстоит разработать и утвердить в государственных органах управления концепцию стратегических действий в области природопользования и охраны окружающей среды. После чего, поручить самим предприятиям разработку программ действий на ближайшую перспективу. Сведенные материалы по отрасли должны стать объектом критического рассмотрения и принятия решения. В итоге разработанные по схеме "предприятия - отрасль" материалы обсуждаются и утверждаются для всей отрасли.

На наш взгляд, концепция экологизации экономики добывающей отрасли должна отражать суть экологической политики - стратегию и тактику устойчивого отраслевого развития, определяющей чертой которого является интеграция его экологической и экономической составляющих.

Основными принципами экологической политики добывающей отрасли должны быть:

- ее сопряженность и взаимодействие со всеми другими аспектами социально-экономического развития;
- поэтапный подход к решению экологических проблем, проведению природоохранных мероприятий;
- недопустимость экономии за счет природы и финансирования природоохранной деятельности по остаточному принципу;
- предупреждение отрицательных антропогенных воздействий на среду обитания;
- необходимость всестороннего учета последствий принимаемых решений в социально-экономической сфере.

Экологическая политика должна осуществляться на основе специально разработанного механизма реализации, включающего экологическое законодательство, экономические и финансовые рычаги, экологический мониторинг, и т.д.

Главной задачей текущего момента в области развития экономики является углубление стабилизации производства и финансов, ускорение институциональных преобразований, всемерная активизация инвестиционного процесса. Важнейшим

элементом экологизации экономики станет ресурсосбережение. При принятии конкретных политических и экономических решений необходим постепенный учет экологического фактора. Развитие экономики должно осуществляться в таких масштабах и темпах, при которых удовлетворяются разумные потребности человека с одновременным обеспечением воспроизводства возобновляемых и экономии невозобновимых природных ресурсов. Этого можно добиться при взаимосвязанных изменениях в структуре производства и потребления и осуществления ряда мер, важнейшими из которых являются структурная перестройка экономики с целью ее экологизации. К таким мерам можно отнести:

- формирование рациональной отраслевой структуры экономики;
- экологически обоснованное размещение новых и реконструкция старых предприятий;
- формирование экологической инфраструктуры;
- создание замкнутых производственных циклов при минимизации производственных отходов;
- экологическая система норм и нормативов, а также в деле стандартизации;
- расширение использования вторичных ресурсов, утилизация, обезвреживание и захоронение отходов;
- эффективное использование природных ресурсов, регулирование землепользования;
- привлечение научно-технического потенциала для перевода экономики на природосберегающую основу;
- совершенствование управления в области охраны окружающей среды, природопользования, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

При разработке отраслевых программ перехода к развитию, оценке степени процесса экологизации экономики используется система показателей, которые выступают в качестве целевых ориентиров и критериев. В качестве целевых ограничительных показателей развития экономики следует принять потребление ресурсов и энергии, производство отходов, а также степень природоемкости хозяйственной деятельности, которая в свою очередь оценивается по уровню потребления природных ресурсов и уровню нарушенности экосистем на единицу конечной продукции или на душу населения.

Управление ходом реализации программ должно осуществляться с учетом не только достижения целевых ориентиров, но и с учетом рыночных условий перехода, по динамике комплекса показателей.

Для реализации вышеизложенных положений концепции необходимы новые научные разработки и эффективно функционирующая форма взаимодействия науки и производства.

Основными целями научных разработок, выполняемых для обеспечения структурных преобразований экономики отрасли, должны стать ресурсосбережение и комплексное использование природно-сырьевых и других материальных ресурсов. Еще на этапах научных исследований и проектирования необходимо рассматривать в качестве приоритета снижение материалоемкости, трудоемкости и фондоемкости продукции, повышение ее качества, надежности и сроков службы, применение ресурсосберегающих и малоотходных технологий, использование материалов, поддающихся повторной переработке, стандартизация и унификация деталей.

Комплексное ресурсосбережение должно охватывать и объединять все этапы полного цикла: "добыча и переработка исходного сырья - производство - сфера потребления - утилизация".

Переход к интегрированной экономико-экологической модели развития нуждается в совершенствовании статистики. В соответствии с разделами статистики природных ресурсов и окружающей среды целесообразно сформировать блоки экологической

системы, позволяющей отражать характеристику экосистемы в целом.

Обобщая вышеизложенное, в соответствии с предложенной концепцией, на наш взгляд, необходимо вести работу по совершенствованию экономического механизма природопользования и охраны окружающей среды.

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ИННОВАЦИОННОГО РОСТА НАЦИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ КЫРГЫЗСТАНА

*Воробьев А.Е., Ибройева Л.*  
РУДН

Национальный экономический рост независимого государства (через расширение занятости населения и увеличение производительности труда) неизбежно ведет к сокращению имеющейся бедности, а ее снижение создает возможность для дальнейшего роста производительности труда в ведущих отраслях и более высоких темпов роста национальной экономики в целом (рис. 1).



Рис. 1. Замкнутый цикл взаимосвязей между показателями национальной экономикой и производительностью труда [2]

Современный уровень бедности в Кыргызстане по прежнему остается довольно высоким (около 40 % населения в 2003 году) [2].

В результате перехода от плановой к рыночной экономике и предыдущего осуществления кардинальных экономических реформ число зарегистрированных безработных в Кыргызстане выросло с 1,8 тыс. человек в 1992 г. до 58,2 тысяч в 2004 году, что было эквивалентно росту официального уровня безработицы за этот период с 0,1 % до 2,8 % (самый высокий уровень в 4,3 % – был зарегистрирован в 1996 г.). Однако, в соответствии с международно принятым определением безработицы, уровень открытой безработицы в Кыргызстане в 2003 и 2004 гг. составлял 9,9 и 8,5 %, соответственно [2]. При этом, уровень безработицы в городах оказался выше, чем на селе – 11,1 и 7 %, соответственно (2004 г.).

В ходе проведенных исследований было установлено, для того чтобы рост занятости оптимально совпадал с имеющимся здесь приростом рабочей силы реальный ВВП Кыргызстана должен расти темпами не ниже 7 % в год [2].

Суммарный показатель роста занятости трудоспособного населения (который соответствует определенному объему производства) определяется эластичностью роста ВВП к показателям занятости (для общего ВВП рассчитывается как пропорциональное изменение в уровне занятости трудоспособного населения, разделенное на пропорциональное изменение ВВП за определенный период) [2].

Однако эластичность по занятости трудоспособного населения страны имеет и обратную связь с показателями производительности труда. Так, при коэффициенте эластичности выше 1 снижается производительность; если же эластичность ниже 1, то это означает расширение занятости и одновременный рост производительности труда [2].

После резкого экономического спада в начале переходного периода общая производительность труда в Кыргызстане с 1995 г. начала повышаться. Однако, уровень 1990 года еще не был достигнут [2]. С положительным ростом ВВП Кыргызстана и ростом занятости общая производительность труда с середины 1990-х годов повысилась, и вклад более высокой производительности труда в национальный экономический рост был выше, чем вклад увеличения занятости. Например, из 5,1 % среднего роста в 1996-2003 гг. 3,6 % произошли за счет более высокой производительности труда.

Сельское хозяйство (которое традиционно считается сектором с низкой производительностью труда) в первые переходные годы (1991-1996 гг.) продемонстрировало незначительное падение производительности труда, хотя в середине 1990-х годов повышение производительности было тоже не столь позитивным по сравнению с другими секторами национальной экономики [2].



Рис. 1. Производительность труда (1990-2004 гг.) [2]

Таблица 2 - Производительность труда, 1991-2003 гг. [2]

Отрасль	1991-1996	1996-2004
<b>Производительность труда</b>	<b>-8,4</b>	<b>3,6</b>
<b>Сельское хозяйство</b>	<b>-7,0</b>	<b>4,1</b>
<b>Промышленность</b>	<b>-9,4</b>	<b>9,5</b>
<b>Услуги</b>	<b>-15,5</b>	<b>7,8</b>

В соответствии с показателем совокупных расходов, доля населения Кыргызстана, проживающего за чертой бедности, в 1996 г. составляла 43,5 %

(достигнув своего пика – 55,3 % – в 1999 г.) [2]. Затем уровень бедности начал снижаться, достигнув значения 39,3 % в 2003 г.

Согласно отчету Всемирного банка за 2007 г. (см. World Bank (2007): “Kyrgyz Republic Poverty Assessment. Volume 1: Growth, Employment and Poverty”. Report # 40864-KG), распространенность бедности в Кыргызстане, измеряемой на основе совокупного потребления в дальнейшем еще более снизилась, достигнув в 2005 г. значения 38,1 % [2].

При этом следует отметить, что уровень жизни населения Кыргызстана несколько повысился в городах и снизился в сельской местности. Так, вычисления на основе совокупного потребления показывают, что в настоящее время более 75 % бедных (1,8 млн. чел.) проживает в селах [2].

При этом необходимо отметить, что уровень бедности в разных регионах Кыргызстана довольно разный: он наиболее высок в Баткенской области (77,8 %), затем следует Нарын (66,3 %) и другие области (рис. 2).

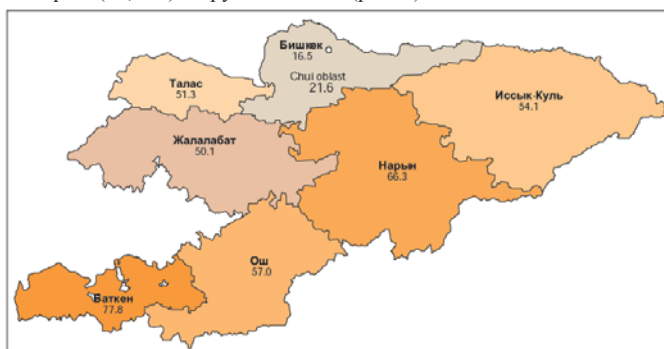


Рис. 2. Распространенность бедности по областям – население, живущее ниже черты бедности, 2004 г., % [2]

В 2014 г. сохраняются значительные региональные диспропорции в уровнях бедности населения Кыргызстана. Самый высокий уровень бедности наблюдается в Джалал-Абадской области - 55,7 %, Ошской области - 51,4 % и Нарынской области - 39,9 %.

Таблица 3 - Техничко-экономические показатели уровня производства промышленности (Чуйская область 100 %)

Регион	Фондоотдача	Фондовооруженность	Производительность	Фондоёмкость
Кыргызская Республика	39,2	183,3	74,5	254,3
Баткенская область	43,4	61,1	27,5	231,4
Джалал-Абадская область	32,9	233,3	76,5	302,9
Иссык-кульская область	30,8	666,7	205,9	325,7
Нарынская область	24,1	227,8	54,9	414,3
Ошская область	50	77,8	39,2	200
Таласская область	11,9	472,2	54,9	840
Чуйская область	100	100	100	100
г. Бишкек	27,3	177,8	49,0	365,7

Наиболее богатые области – это столица республики г. Бишкек и Чуйская область, где традиционно более значительно развит сектор услуг и имеются большие посевные площади различных сельскохозяйственных культур [2].

В частности, наиболее крупные промышленные предприятия размещаются в г. Бишкеке или в его окрестностях (табл. 1.8). Так, здесь расположены 679 промышленных предприятия (35,7 % от их общего числа по республике). В Чуйской области расположены 544 (28,6 %) промышленных предприятий, Иссык-Кульской 195 (10,3 %), Ошской 191 (10 %), Джалал-Абадской 142 (7,5 %), тогда как в Баткенской функционируют 65 (3,5 %), в Таласской 44 (2,3 %) и в Нарынской 41 (2,2 %) промышленных предприятий.

В результате, в 2013 г. в процентном отношении вклад г. Бишкека в ВВП республики составлял около 38 %. В финансовых единицах валовой региональный продукт г. Бишкека за 2013 г. составил 132,3 млрд. сомов, а реальный темп роста — 6 %. Промышленной продукции здесь было произведено на 29,8 млрд. сомов.

#### **Литература**

1. Воробьев А.Е., Балыхин Г.А., Усманов С.Ф., Чекушина Т.В. Глобализация и рынки минерального сырья // Под ред. д.т.н., проф. А.Е. Воробьева. – Бишкек (Кыргызстан), Изд-во КРСУ, 2003. – С. 294.
2. Кыргызстан: экономический рост, занятость и сокращение бедности. Женева, Международное бюро труда, 2008. 72 с.

## **РОССИЙСКИЕ ИНВЕСТИЦИИ В КЫРГЫЗСТАНЕ**

*Воробьев А.Е., Ибройева Л.*

РУДН, Москва, Россия

Общая сумма российской помощи, выделенной и запланированной для предоставления Кыргызстану за последние годы уже перевалила за 2 млрд. долл. США [2]. В целом же за 3 года общий объем инвестиций в Кыргызстан превысил 4,5 млрд. долл. США.

В частности, крупнейшая в электротехнической отрасли российская компания "В.А.В.С." пришла в Кыргызстан в конце 2002 г. [1]. Свою деятельность она начала на Майлисууйском электроламповом заводе. В результате за 3 года (2003-2005 гг.) эта российская компания инвестировала в предприятие 20,5 млн. долл. США, и в результате смогла увеличить уставный капитал завода почти в 8 раз – со 143 млн. до 860 млн. сомов.

На этом предприятии трудятся 4000 человек. Отчисления в государственный бюджет Кыргызстана составляют от 160 до 190 млн. сомов ежегодно, а фонд заработной платы увеличился от 100 млн. до 170 млн. сомов [1]. Доля экспорта заводской продукции за несколько лет выросла на 9 % и в денежном выражении составила 15,5 млн. долл. США.

Правительство Российской Федерации приняло постановление "О мерах по защите российских производителей ламп накаливания". В этом документе были определены квоты на ввоз в РФ количеств ламп накаливания. В частности, для стран Евросоюза квота составляет 31,5 млн. штук, для Китая – 13 млн., а для Кыргызстана – 82,7 млн. штук [1].

#### **Литература**

1. Российские инвестиции в Кыргызстане // <http://analitika.org/kyrgyzstan/kg-economics/1797-20060217044406958.html>.
2. Суммы инвестиций в Кыргызстан // <http://www.youtube.com/watch?v=3agUFubd8ZE>.

3. Курский А.Е., Воробьев А.Е., Титова А.В., Правин Гаучан. Возможности инвестирования в горную промышленность Королевства Непал // Материалы II Международной конференции «Ресурсовоспроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр». – М.: Изд-во РУДН. – 2003 – С. 407-409.
4. Воробьев А.Е., Побыванец В.С., Ашихмин А.А., Чекушина Т.В. Разработка имитационной модели динамики инвестиции в получение полиметаллов // Материалы III Международной конференции «Ресурсовоспроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр» (Москва-Бишкек). – М.: Изд-во РУДН, 2004. – С. 195-198.
5. Воробьев А.Е., Чекушина Т.В., Каргинов К.Г. Разработка имитационной модели динамики инвестиции в получение полиметаллов // Материалы докладов VII Международной конференции «Новые идеи в науках о земле», 2005, Т.4. – С. 196.

### **ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ РЕСПУБЛИКАНСКИХ ПРОМЫШЛЕННЫХ КЛАСТЕРОВ**

*Воробьев А.Е., Ибройева Л.*  
РУДН, Москва, Россия

В Правительстве России кластерная политика рассматривается, как одна из 11 «ключевых инвестиционных инициатив» наряду с созданием Инвестиционного фонда РФ, Банка развития и внешнеэкономической деятельности, Российской венчурной компании, а также особых экономических зон и другими инициативами, которые являются весьма действенными инструментами диверсификации российской экономики [2]. Так, основополагающая идея кластеризации регионов нашла свое отражение в Концепции стратегии долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации до 2020 г.

Для дальнейшего эффективного развития национальной экономики России Бизнес-ассоциация «Деловая Россия» предложила разработанный ею вариант Дорожной карты «Новой индустриализации», который был основан, прежде всего, на бизнес-подходе к реализации конкретных практических задач [1].

По мнению авторов этой идеологии, наиболее эффективным путём реализации дальнейшего роста национальной экономики России является создание нескольких *кластеров федерального уровня*, имеющих общесистемное значение и оказывающих влияние на всю экономику страны в целом [1].

Для Кыргызстана довольно актуальными могут стать республиканские кластеры, представляющие собой территориально-промышленные комплексы отраслевой и межотраслевой кооперации республиканского уровня. За счёт географических, инфраструктурных, институциональных и иных конкурентных преимуществ они создают оптимальные условия для ускоренного развития секторов реальной экономики республики [1]. При этом республиканские кластеры первоначально должны опираться на организационную, инфраструктурную и экономическую поддержку государства.

Со стороны же государства ожидаются такие обязательные меры поддержки кластера, как создание необходимой удобной инфраструктуры, оказание государственных услуг в льготном режиме, предоставление льгот по тарифам естественных монополий, предоставление налоговых и тарифных каникул и др. [1].

На рис. 1 представлена имеющаяся связь между уровнем развития кластеров и уровнем жизни населения прилегающих территорий, а, следовательно, и уровнем производительности труда [1]: как правило, чем выше первый показатель, тем выше и второй, а также третий.



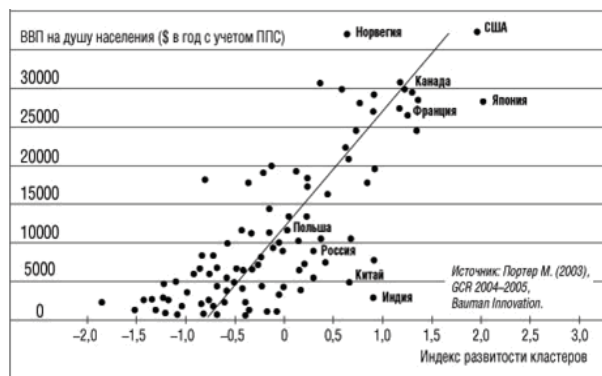


Рис. 1. Взаимосвязь развития кластеров и эффективности национальной экономики

Отличие республиканских кластеров от их региональных и муниципальных аналогов заключается в том, что производимая (в результате проявления имеющихся кооперационных связей большинства участников такого кластера) продукция и услуги реализуются не локально, а уже на государственном и даже глобальном рынке и их развитие имеет системообразующее значение для страны в целом [1].

Необходимо отметить, что все кластеры обычно концентрируются вокруг определённой сферы производственной деятельности, к которой большинство его участников имеют то или иное отношение [1].

Фактор *специализации*, который может носить горизонтальный или вертикальный характер, типичен для всех кластеров мира и по существу является их основным связующим звеном [1].

При выделении в регионе наиболее перспективных направлений для формирования и развития кластеров необходимо детально проанализировать отраслевую структуру хозяйства региона и оценить, показывает ли отрасль высокую эффективность по следующим критериям [2]:

- высокие темпы прироста объемов производства и реализации продукции и/или услуг;
- высокие объемы инвестиций в отрасль (подотрасль);
- высокие показатели рентабельности деятельности.

Затем анализируется уже выбранная отрасль и детально оцениваются предпосылки создания здесь кластера. Наиболее доступным методом анализа наличия кластера в регионе является использование коэффициентов, позволяющих определить значимость определенной отрасли региона в экономике страны в целом [2].

Далее необходимо пройти основные этапы создания кластера, исходя из пяти фаз (рис. 3): инициирование, диагностика, стратегия, формализация, оценка и мониторинг.

Достижение необходимой «критической массы» в размерах кластера (как по числу участников, так и по роли в соответствующем секторе национальной экономики страны или даже мира), как правило, способствует его дальнейшему интенсивному развитию, за счёт проявления эффекта масштаба и синергетического эффекта [1].

В этой связи необходимо отметить, что к 2015 г. были разработаны 174 проекта по эффективному развитию регионов Кыргызстана на общую сумму в 39 млрд. сомов (около \$735,85 млн. США) [3].



Рис. 2. Фазы развития кластера [2]

Классификация мероприятий кластеризации [2]

Название	Классификационный признак	Назначение и задачи	Содержание мероприятий
Инновационные	Влияние на формирование инновационной инфраструктуры	Повышение уровня инновационного развития всех типов кластеров	1. Реализация проектов в сфере НИОКР. 2. Создание венчурных фондов. 3. Государственная поддержка трансферта технологий
Финансовые и инвестиционные	Влияние на обеспечение финансовыми ресурсами компаний кластера	Обеспечение финансовыми ресурсами для развития кластера	1. Субсидирование процентных ставок по кредитам. 2. Льготные условия кредитования. 3. Прямое финансирование субъектов кластера. 4. Портфельные инвестиции в компании кластера
Территориально-административные	Влияние на расположение и развитие бизнеса в регионе	Увеличение численности предприятий на территории, развитие отраслевых комплексов	1. Формирование особых экономических зон. 2. Снижение административных барьеров. 3. Содействие внешнеэкономической деятельности, упрощение таможенных процедур
Производственные	Влияние на формирование производственной инфраструктуры	Формирование необходимой инфраструктуры	1. Развитие производственной инфраструктуры (транспортные коммуникации, ремонтная база и др.). 2. Развитие информационных сетей. 3. Совершенствование условий социально-трудовых отношений

Коммуникативные	Влияние на взаимодействие между бизнесом, администрат. структурами, обществом	Обеспечение условий для обмена технологиями, информацией, ресурсами	1. Формирование институтов регионального и международного сотрудничества. 2. Развитие профессиональных ассоциаций с участием иностранных партнеров
-----------------	---	---	---

Так, в Иссык-Кульской области планируется реализовать 17 инновационных проектов на сумму 28 млрд. 813 млн. сомов (около \$543,65 млн. США), в Джалал-Абадской области – 6 проектов на 3 млрд. 980 млн. сомов (\$75,1 млн. США), в Баткенской области – 57 проектов на 3 млрд. 900 млн. сомов (порядка \$73,59 млн. США), в Ошской области – 29 проектов на 1 млрд. 711 млн. сомов (\$32,28 млн. США), в Нарынской области – 26 проектов на 1 млрд. 260 млн. сомов (около \$23,78 млн. США), в Таласской области – 23 проекта на 981 млн. сомов (\$18,51 млн. США) и в Чуйской области – 11 проектов на 823 млн. сомов (\$15,53 млн. США) [23].

При развитии кластеров республиканского уровня необходимо идти по пути выбора из всех возможных вариантов только нескольких 1-3 модельных (базовых), наиболее эффективных для последующего развития страны [1]. При отборе наиболее интересных, пилотных проектов целесообразно руководствоваться следующими базовыми принципами [1]. Кластеры должны:

- создавать новые высокопроизводительные рабочие места;
- иметь довольно высокий уровень кооперации между резидентами;
- создавать мультипликативный эффект в рамках отдельной отрасли или смежных отраслей;
- их продукция должна быть весьма конкурентоспособна на внутреннем и международном рынках;
- проект должен иметь возможность тиражирования далее по республике.

#### Литература

1. Балацкий Е.В., Екимова Н.А. Доктрина высокотехнологичных рабочих мест в российской экономике. М.: Эдитус, 2013. – 124 с.
2. Коновалова А.Е., Толмачева О.И. Формирование региональных отраслевых кластеров как важнейший этап создания инновационной экономики // Успехи современного естествознания. – № 4. – 2012. – С. 70-71.
3. Правительство Киргизии намерено потратить на развитие регионов свыше \$700 млн. // <http://www.regnum.ru/news/polit/1772792.html>.
4. Воробьев А.Е., Егорова Е. Реализация проектного финансирования на примере Ярегского нефтетитанового месторождения // Материалы VII Международной конференции «Ресурсовоспроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр», Москва-Ереван, 2008. - РУДН, 2008. – С. 155-158.
5. Воробьев А.Е., Побыванец В.С., Гладуш А.Д., Чекушина Т.В., Соколов И.В., Кушечков К.К. Реализация инновационного образовательного проекта в сфере эффективного недропользования в Российском университете дружбы народов (РУДН) // Материалы III Международной конференции «Горное, нефтяное, геологическое и геоэкологическое образование в XXI веке», Москва - Горно-Алтайск, 2008. - Москва: РУДН, 2008. – С. 4-19.
6. Воробьев А.Е., Чекушина Е.В. Проект ликвидации отвалов урановых рудников Кыргызстана путем утилизации и полезного использования дезактивируемой горной массы // Материалы VIII Международной конференции «Ресурсовоспроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр». – М.,: РУДН, 2009. – С. 166-168.

**ВЫСОКОТОЧНЫЙ ГЛУБИННЫЙ ПРОГНОЗ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КАК  
ОСНОВА МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОГО  
ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ**

*Ройзенман Ф.М.*

Российский государственный геологоразведочный университет

В настоящее время, в связи с интенсивным развитием мировой цивилизации и резким увеличением потребления полезных ископаемых (в 2-3 раза за 10 лет), произошло существенное отставание темпов открытия и разведки новых месторождений от уровня растущего потребления полезных ископаемых. Так, например, в России, по данным вице-президента Российской академии естественных наук, бывшего министра геологии СССР (1975-1989 г.г.) Е.А. Козловского: «До 2025 года произойдет почти полное исчерпание разведанных запасов нефти, газа и свинца, почти трех четвертей запасов молибдена, никеля, меди, олова. Запасы алмазов и золота могут оказаться полностью исчерпанными уже к 2015 году, а серебра и цинка – к 2020 году». Исчерпание запасов полезных ископаемых характерно для многих стран.

Для кардинального повышения эффективности геологической отрасли автором разработана и за последние 40 лет многократно апробирована принципиально новая система высокоточного глубинного прогноза месторождений. Важной основой этой системы прогноза месторождений является разработанная автором принципиально новая и высокоинформативная теория флюидного рудообразования под воздействием «углекислотной волны». Новая система глубинного прогноза месторождений позволяет после проведения на дневной поверхности специального комплекса геологических, геофизических, геохимических и других исследований (и до поисково-разведочного бурения) определять все промышленные параметры залегающих на глубине месторождений: их размеры и запасы полезных ископаемых, содержание и качество минерального сырья, а также – устанавливать глубину залегания месторождений. Определение этих промышленных параметров позволяет до проведения геологоразведочных работ рассчитывать рентабельность добычи полезных ископаемых на данном объекте и, тем самым решать вопрос о целесообразности его разведки.

В основе новой системы прогноза месторождений – установление на эталонных разведанных месторождениях того же промышленно-генетического типа количественных соотношений между исследуемыми параметрами (геологическими, геофизическими, геохимическими и другими) и указанными выше промышленными параметрами месторождений. Всего установлено 720 таких количественных связей между исследуемыми и промышленными параметрами, с составлением 44-х эталонировочных графиков и номограмм для 18-ти изученных металлических, неметаллических и жидких полезных ископаемых. С использованием этих данных были разработаны прогнозы месторождений в различных районах России: в Якутии, Мурманской и Московской областях, на Урале и в Карелии. При проверке 76-ти высокоточных количественных прогнозов по данной методике открыто и разведано 70 месторождений 18-ти полезных ископаемых: слюды-флогопита, слюды-мусковита, графита, лития, рубидия, цезия, тантала, ниобия, бериллия, олова, кварцевого и полевошпатового сырья, облицовочного камня, высокопрочного щебня, подземных водоисточников, амфиболитов. Общая стоимость минерального сырья (в недрах) в этих открытых и разведанных месторождениях составляет 30 миллиардов долларов, добыто минерального сырья – на 3 миллиарда долларов. Среди открытых месторождений – 4

месторождений мирового уровня: самое крупное в мире месторождение слюды-флогопита, самое богатое в мире месторождение самого высококачественного графита, крупнейшее в мире месторождение калиевого полевошпатового сырья и третье в мире месторождение натрово-глиноземистого полевошпатового сырья.

Достоверность проверенных прогнозов составила 89-94%, что в 11-17 раз превышает достоверность глубинных прогнозов в мировой геологии.

Таким образом, применение разработанной новой системы – высокоточного глубинного прогноза месторождений, может более чем в 10 раз повысить эффективность мировой геологической отрасли и минерально-сырьевой базы. Это может дать огромный промышленно-экономический эффект. Для этого необходима дальнейшая разработка и применение системы высокоточного прогноза на месторождениях различных твердых и жидких полезных ископаемых.

Следует особенно отметить, что в настоящее время особую роль в развитии мировой цивилизации играют полезные ископаемые, являющиеся основой инновационных технологий.

Так, в связи с открытием нового вещества с уникальными свойствами – графена (Нобелевская премия за 2010 год), особое значение приобретают месторождения наиболее высококачественного графита с самой совершенной структурой кристаллов. В связи с этим, следует отметить, что автором было открыто в Южной Якутии самое богатое в мире месторождение графита, с его запасами 1.5 млн. тонн и уникально высоким содержанием графита – 27% (в 4 раза выше, чем на крупнейших в Европе украинских месторождениях, являющихся основным экспортером графита в Россию и в Европу). Следует также отметить, что по нашим данным, совершенство и качество кристаллов указанного Якутского графита в 1.5 раза выше, чем у Цейлонского графита, считающегося в настоящее время мировым эталоном качества.

Огромное значение в современных инновационных технологиях приобрели также редкие металлы. В частности, в настоящее время мировой спрос на цезий в 10 раз превышает его производство.

Ограниченные возможности обеспечения мировой промышленности цезием объясняются редкостью его месторождений и тем, что 70% мировых запасов цезия сосредоточены на одном месторождении Берник-Лейк в Канаде.

В России имеется только одно небольшое месторождение Васин-Мыльк в Мурманской области, где запасы цезия в 50 раз меньше, чем на месторождении Канады. Вместе с тем, согласно разработанному количественному прогнозу автора, в Мурманской области возможно открытие на небольшой глубине (десятки метров) крупнейшего в мире месторождения цезия (40% мировых запасов).

Кроме огромных запасов цезия (100 000 тонн) на этом объекте прогнозируются также крупные промышленные запасы еще 5-ми важных редких металлов: лития, рубидия, тантала, ниобия и бериллия, а также – кварцевого и полевошпатового сырья.

Таким образом, имеются перспективы полностью обеспечить Россию и другие страны важным редкометальным сырьем, в том числе – для стратегических и инновационных областей. Стоимость изделий из редкометального сырья данного прогнозируемого месторождения может составить триллион долларов.

Из приведенных выше данных следует, что массовое применение системы высокоточного глубинного прогноза месторождений может обеспечить минерально-сырьевую безопасность мировой цивилизации и создать основу для её эффективного социально-экономического развития в современных условиях.

**УГЛЕВОДОРОДНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ГЛУБОКОПОГРУЖЕННЫХ  
ОТЛОЖЕНИЙ ГОБУСТАНА (АЗЕРБАЙДЖАН) (НА ОСНОВЕ ГОРЮЧИХ  
СЛАНЦЕВ И НЕФТЕНОСНЫХ ПОРОД, ВЫБРОСОВ ГРЯЗЕВЫХ ВУЛКАНОВ)**

*Аббасов О.Р., Ибадзаде А.Д., Хасиева А.Б., Гусейнов А.Р.,  
Ахундов Р.В., Балогланов Э.Э.*

Институт геологии и геофизики Национальной Академии наук Азербайджана  
[ortal80@bk.ru](mailto:ortal80@bk.ru)

Территория Азербайджана отличается широким развитием грязевого вулканизма, они расположенные на востоке страны, а также в Южном Каспии. В разной степени изучены их геолого-геохимические особенности, связь с сейсмичностью, а также их оценка как индикаторов нефтегазоносности.

В последние годы одним из приоритетных научных направлений нефтяной геологии является оценка углеводородного потенциала глубинных отложений. Сложные тектонические особенности рассматриваемого региона создают трудности для проведения комплексных геолого-геохимических работ, в связи с чем, продукты выбросов расположенных здесь грязевых вулканов, являются единственным источником информации о глубинных нефтегазовых отложениях.

Наиболее широкое распространение грязевые вулканы получили в Шамахи-Гобустанском нефтегазоносном районе, в геологическом строении которого участвуют мезозойские и четвертичные отложения. Тектонически район состоит из трех микроблоков.

В Торагайском микроблоке (южный Гобустан) на разрезе кайнозоя, мощность палеоген-миоценовых отложений возрастает (до 10 км). Три грязевых вулкана являющихся объектами наших исследований находятся в данном микроблоке (рис.1).

Целью выполняемых работ является определение нефтегазоносности глубинных отложений микроблока. В связи с этим были проведены геохимические исследования образцов горючих сланцев (эоцен) и нефтяных пород выбросов (олигоцен-миоцен) рассматриваемых грязевых вулканов.

В результате экстракции твердых пород (сланцевых) выбросов грязевых вулканов растворителями спирт-бензолом и хлороформом, получают битум: грязевой вулкан Шекихан - 0.56% (х.б.), 0.51% (s.b.), общее количество - 1.07%; грязевой вулкан Гушчу - 2.54% (х.б.), 5.80% (s.b.), общее количество - 8.35%; грязевой вулкан Айрантекен - 0.93% (х.б.), 1.02% (s.b.), общее количество - 1.95%.

Проведением ступенчатого термического анализа данных пород устанавливается количество в них органического вещества: грязевой вулкан Гушчу - 42.55%, грязевой вулкан Шекихан - 10.67%, грязевой вулкан Айрантекен - 10.91%.

Также проведено два этапа пиролиза. Грязевой вулкан Гушчу: 1-ый этап - 17.69% газ, 6.2% битум; 2-ой этап 11.77% газ. Количество газа и битума в образцах пород выбросов грязевых вулканов Шекихан и Айрантекен значительно меньше: грязевой вулкан Шекихан - 6.7% газ, 0.7% битум; грязевой вулкан Айрантекен - 5.7 газ, 0.5% битум.

Геохимическим методом были исследованы относительно молодые (олигоцен-миоцен) образцы битум содержащих пород выбросов грязевого вулкана Айрантекен. При экстракции проб хлороформом (1.017-1.100 кг/м<sup>3</sup>) было получено схожее с нефтью вещество (битум). Основную часть полученных битумов составляет асфальтены 42.52% и масляная фракция 36.96%. Учитывая большое количество масляной фракции был проведен хроматографический анализ с применением силиагеля ASK-силикагелина. В результате было получено 66.37% моноциклических ароматических углеводородов.

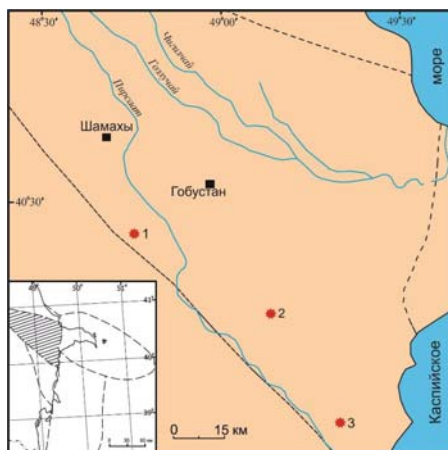


Рис 1. Геологическая карта расположения грязевых вулканов Гушчу (1), Шекихан (2) и Айрантекен (3).

Таким образом, подытожив результаты проведенных геолого-геохимических анализов горючих сланцев эоценового возраста и нефтяных пород майкопского возраста можно предположить возможность процесса формирования и накопления в них углеводородов.

#### ГЛУБИННЫЙ АНАЛИЗ НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

*Воробьев А.Е.<sup>1</sup>, Мартин Зарума Торрес<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>РУДН, <sup>2</sup>ИспаньолаОйл

Глубинное преобразование сейсмической зоны и глубина скважин Бохи-Капирон были использованы для анализа данного месторождения.

Использование маркеров (индикаторов) для картирования нефтеносных горизонтов (М-1 в Амо, Бохи-Капирон, Дайми и Хинта) показало, что данные наблюдений за скважинами предлагают более плоской структуры в Амо и Бохи-Капирон, что частично применимо к Дайми. Однако, в Хинта, существует корреляция между полученными структурными данными по скважинам и данными, полученными по скважинам и при глубинном исследовании сейсмической зоны.

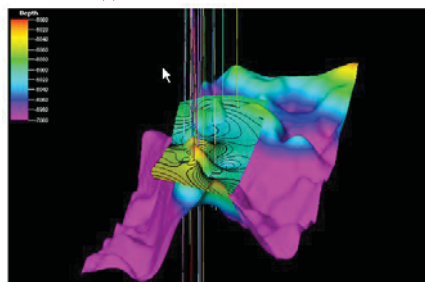


Рис. 1. Сравнение структурных карт Амо с использованием исключительно данных по скважинам и данных сейсмических участков скважин

На рис. 1. показано сравнение двух карт. Одна из них сделана по сейсмическим данным глубин, а другая – только с использованием контуров скважин месторождения Амо.

На рис. 2 представлена та же самая иллюстрация для зоны Бохи-Капирон.

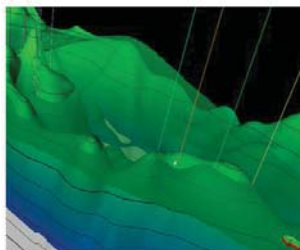


Рис. 2. Бохи-Капирон. Структурная карта, полученная исключительно по данным скважин (прозрачная) и по данным по скважинам и по сейсмической зоне

На рис. 3 представлен вид от Капирон до Бохи. Представлены обе карты, из них одна составлена по данным сейсмической зоны и по данным скважин, а вторая – только по данным скважин.

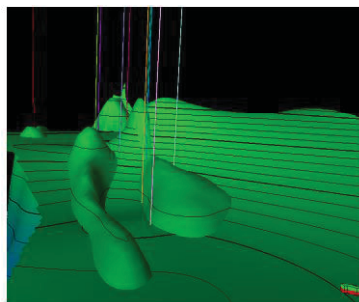


Рис. 3. Структурная карта, полученная по данным скважин и сейсмической зоне

Карта, полученная по данным скважин и сейсмической зоны, представлена в некоторых участках поверх уровня карты, полученной только по данным скважин. Возвышения подтверждаются корреляцией сейсмической зоны на глубине.

На линии пересечения скважин, глубина карт идентична. Это наблюдение показывает, что имеется неточность, связанная с локальными повышениями в сейсмической интерпретации, и вполне вероятно, что структура в Амо и Бохи-Капирон является гораздо более плоской, о чем свидетельствуют данные сейсмической зоны.

#### **Литература**

Воробьев А.Е., Зарума Мартин Торрес, Гуань Кай. Основные методы снижения песко- и водопритока при разработке обводненных месторождений нефти // Маркшейдерия и недропользование N 3 (47). 2010. С. 49-52.

Воробьев А.Е., Зарума Мартин Торрес. Анализ инновационных методов уменьшения песко- и водопритока при разработке обводненных месторождений нефти Эквадора // Экспозиция. Нефть. Газ. N 1 (33). 2014. С. 38-40.

Воробьев А.Е., Мартин Заррума Торрес, Молдабаева Г.Ж. Строение нефтяного бассейна Ориенте (Эквадор) // Сборник: Современные проблемы освоения недр. Белгородский государственный национальный исследовательский университет. Белгород. 2011. С. 96-98.



## МОЗАИЧНОЕ СТРОЕНИЕ ФУНДАМЕНТА И МЕТОДЫ КАРТИРОВАНИЯ ПОРОД-КОЛЛЕКТОРОВ

*Шустер В.Л.*

Институт проблем нефти и газа РАН, Москва

Большинство открытых залежей нефти (газа) в породах фундамента приурочено преимущественно к трещиноватым коллекторам. Именно зоны развития разуплотненных трещинных, трещинно-каверновых и трещинно-каверново-поровых пород-коллекторов и являются очагами аккумуляции углеводородов из окружающих осадочных нефтегазопроизводящих толщ.

Анализ геологических материалов по зарубежным месторождениям нефти (газа) в образованиях фундамента (В.Л. Шустер, 2003) и месторождениям в Западной Сибири (А.Н. Дмитриевский и др., 2012) показал, что в кристаллических породах распространена преимущественно трещинная, трещинно-каверновая пустотность, которая распространена крайне неравномерно как по площади, так и по разрезу. Максимальная часть полученного притока нефти из многосотметрового опробованного разреза фундамента на месторождении Белый Тигр (Вьетнам) зачастую приурочена к небольшим интервалам в 20-40 м (до 60-80% притока). А на северном своде того же месторождения первые породы-коллекторы в разрезе встречены на глубине 500-700 м от поверхности фундамента, верхняя же часть – плохо проницаемые породы.

Нами модель строения залежи нефти в фундаменте названа неравномерно-ячеистой, тем самым подчеркивается сложный мозаичный характер строения подобных ловушек: неравномерное распространение коллекторов в разрезе, в виде незначительных по размерам тел (ячеек).

Одним из сдерживающих факторов проведения поисково-разведочных работ на нефть и газ в фундаменте было существовавшее долгие годы представление об ограниченном (корой выветривания) распространении трещиноватых пород в разрезе фундамента, т.е. их низкой пустотности.

Однако, в последние годы полученные новые данные по Татарстану Р.Х. Муслимовым и др. (1996), Б.Н. Хахаевым и др. (2008) по сверхглубоким скважинам СГ-6 и СГ-7 в Западной Сибири и по зарубежным месторождениям позволили установить с полной определенностью факт распространения трещинно-кавернозных пород в массивных, в том числе, кристаллических толщах на значительную глубину от их поверхности (этаж нефтеносности в гранитоидах месторождения Белый Тигр достигает 2000 м).

В последние годы в отечественной сейсморазведке были разработаны новые технологии с использованием рассеянных волн, позволяющие выделять трещинно-кавернозные зоны в массивных плотных магматических (а так же в метаморфических и карбонатных) породах.

Эти волны представляют собой отклик от скоплений множества неоднородностей, какими являются трещины и каверны, заполненные газом или флюидом (нефтью, водой) на падающий фронт упругой волны.

Результирующим параметром в этих методиках является энергия рассеянных волн. Этому параметру эквивалентна по смыслу интенсивность трещиноватости.

Новые технологии позволяют на предварительной, перед бурением, стадии выделять зоны или участки разреза разуплотненных пород-коллекторов с высокими ФЕС, и целенаправленно выбирать местоположение и глубину проектных скважин.

## ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭВОЛЮЦИИ ГРАНИЦЫ НЕФТЯНОЙ ЗАЛЕЖИ

*Бубенчиков А.М.<sup>1</sup>, Бубенчиков М.А.<sup>3</sup>, Либин Э.Е.<sup>2</sup>, Худобина Ю.П.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Национальный исследовательский Томский государственный университет,

<sup>2</sup>Научно-исследовательский институт прикладной математики и механики ТГУ,

Министерство образования и науки Российской Федерации

<sup>3</sup>ООО «Газпром трансгаз Томск», ОАО «Газпром»

Изучение пространственного расположения контура нефтеносности относительно центра скважины имеет большое значение для наиболее полного извлечения углеводородов из месторождений. Естественно, что необходима научно-обоснованная база для разработки трудно извлекаемых запасов месторождений.

В сороковых годах прошлого века П. Я. Полубаринова–Кочина и П. П. Куфарев [1, 2] исследовали задачу об эволюции нефтяной залежи, окруженной водой, под влиянием откачки нефти из скважины находящейся внутри залежи. Результат их математических исследований заключается в том, что граница нефти с течением времени остается алгебраической кривой четвертой степени. В 1981 году S. Richardson [3] обнаружил бесконечную серию интегралов уравнения движения области нефти, и это дало ему возможность получить эффективный способ построения решений. Стоит отметить, что в классической постановке [1, 2] задача о «нефтяной скважине» выглядит как течение от источника (стока) с нулевым потенциалом на подвижной границе нефтяной залежи. Сила тяжести в этой задаче никакой роли не играет, так как она перпендикулярна плоскости движения. Но существует поле конвективных ускорений от источника, которое и заставляет завихриваться линию раздела между фильтрующимися жидкостями с разной плотностью. Если источник расположен в начале координат, и его мощность равна  $J$ , то комплексный потенциал (для плоской задачи) имеет вид

$$W(z) = \frac{J}{2\pi} \ln(z). \quad (1)$$

Скорость, и конвективное ускорение  $A = (V, \Delta)V$  от источника, очевидно, будут равны

$$\dot{z} = \left( \frac{dW}{dz} \right)^* = \frac{J}{2\pi} \frac{z}{|z|^2}; \quad A = \frac{dW}{dz} \left( \frac{d^2W}{dz^2} \right)^* = -\frac{J^2}{4\pi^2} \frac{z}{|z|^4}. \quad (2)$$

Так как конвективное ускорение  $A$  пропорционально квадрату мощности источника, то оно будет одинаковым как для источника, так и для стока, и направлено всегда к центру источника.

Если считать, что расстояния  $z$  являются безразмерными величинами, отнесенными к характерному размеру нефтяной залежи  $R_0$ , то уравнение движения (закон Дарси) будет иметь вид

$$\mathbf{V} = -k \left[ \frac{\nabla p}{\rho \tilde{g}} + \frac{z}{|z|^4} \right], \quad (3)$$

где  $\tilde{g} = J^2/4\pi^2 R_0^3$ ;  $k$  – коэффициент, который характеризует фильтрационное свойство пласта и имеет размерность скорости [1]. Если, пользуясь уравнением (3), вычислить циркуляцию скорости по бесконечно малому контуру вокруг какой-нибудь точки, лежащей на линии раздела двух жидкостей, то можно получить величину погонной циркуляции вихрей в точках границы раздела плотностей

$$\frac{d\Gamma}{ds} = -2kR_0 \frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_2 + \rho_1} \left( \boldsymbol{\tau}, \frac{\mathbf{z}}{|z|^4} \right), \quad (4)$$

где  $\boldsymbol{\tau}$  – касательный вектор к линии раздела. Заметим, что после вычисления циркуляции, давление, входящее в (3), исчезает в формуле (4). Таким образом, задача сводится к изучению движения завихренного контура.

Скорость течения жидкости равна сумме скоростей от источника и от вихревой системы линии раздела, следовательно, кинематическое уравнение запишется в виде

$$\frac{dz}{dt} = \frac{J}{2\pi R_0} \frac{z}{|z|^2} + \frac{1}{2\pi R_0} Q\boldsymbol{\Gamma}. \quad (5)$$

Если за единицу циркуляции скорости принять величину  $kR_0$ , а за единицу расстояния:  $R_0 = J/k$ , то уравнения (4) и (5) нормализуются так, что они не содержат величин  $J$  и  $k$ :

$$\frac{d\Gamma}{ds} = -2 \frac{\rho_1 - \rho_2}{\rho_1 + \rho_2} \left( \boldsymbol{\tau}, \frac{\mathbf{z}}{|z|^4} \right), \quad \frac{dz}{d\tau} = \pm \frac{z}{|z|^2} + Q\boldsymbol{\Gamma}, \quad t = \frac{2\pi J}{k^2} \tau. \quad (6)$$

Знак «+» здесь выбирается для источника, а знак «-» – для стока.

Нормализованные уравнения (6) позволяют численно исследовать различные режимы движения контура нефтяной залежи. Кроме режима источника или стока,  $\rho_2 = \rho_1$ , можно рассматривать также случаи, когда  $\rho_2 \neq \rho_1$ .

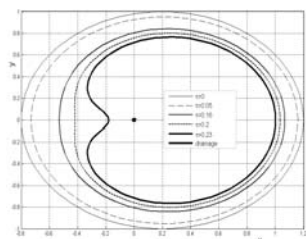


Рис. 1. Эволюция линии раздела для отношения плотностей  $\rho_1/\rho_2 = 0.8$  ( $\rho_1/\rho_2 < 1$ ).

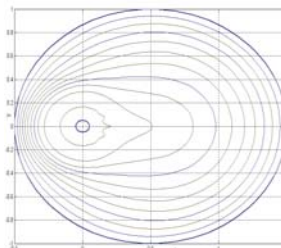


Рис.2. Положение линий раздела при большем смещении скважины относительно центра залежи ( $\rho_2/\rho_1 = 0.7$ ).

На рис. 1 показаны положения в отдельные моменты времени линии раздела для случая, когда к скважине примыкает более легкая жидкость (нефть). Вода прорывается к скважине гораздо раньше, чем выкачивается нефть. Рис. 2 отображает процесс выкачивания воды из-под нефти при некотором смещении скважины относительно центра залежи. Вихри на границе раздела здесь вращаются в другую сторону и граница эволюционирует иначе: вода из-под нефти выкачивается полностью.

Т. о. по сравнению с труднореализуемой теорией, использующей понятие свободной границы, предлагаемая вихревая модель характеризуется простотой проведения расчетов, и допускает обобщение для случая нескольких скважин. Результаты такого численного моделирования можно рекомендовать к использованию при прогнозировании расположения скважин на месторождениях.

#### Литература

1. Полубаринова-Кочина П. Я. К вопросу о перемещении контура нефтеносности // Докл. АН СССР, 1945. – №4. – С. 254-257.
2. Куфарев П. П. Задача о контуре нефтеносности для круга при любом числе скважин // Докл. АН СССР, 1950. – Т 75, №4. – С. 235-338.

3. Richardson S. Some Hele-Shaw flow with time-dependent free boundaries // J. Fluid Mech, 1981, – Vol. 102, – pp 263-278.

## РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ НГМК

*Воробьев А.Е.*

РУДН, Москва, Россия

В настоящее время добычу комплексных медно-никелевых руд в АО «Норильский горно-металлургический комбинат» осуществляют 5-ю подземными рудниками: Заполярный, Маяк, Комсомольский, Октябрьский и Таймырский (рис. 1).

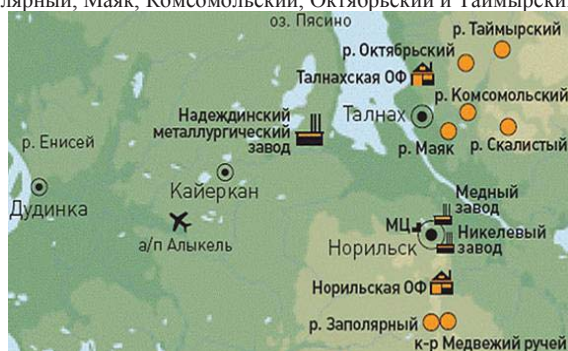


Рис. 1. Схема размещения предприятий ГМК «Норильский никель»

Самым первым для разработки никелевых руд месторождения «Норильск – 1» был введен в эксплуатацию рудник «**Заполярный**»: это месторождение рудник начал разрабатывать еще в 1945 г. и до сих пор здесь все еще добывают комплексную никелевую руду.

В 1965 г. на Талнахском месторождении выдал первую руду рудник «**Маяк**» (фото 1).



Фото 1. АБК рудника «Маяк»

Рудник «**Комсомольский**» (фото 2) начал работать в 1971 году. В настоящее время он объединен подземными выработками с рудниками «Маяк» и «Скалистый».



Фото 2. АБК рудника «Комсомольский»

Рудники разрабатывающие Октябрьское месторождение – «**Октябрьский**» и «**Таймырский**» – были введены в эксплуатацию позже всех и сейчас это самые крупные в России горные предприятия по добыче руд цветных металлов.

При этом "**Октябрьский**" - самый крупный рудник ОАО "ГМК "Норильский никель". Пуск этого рудника в эксплуатацию осуществлялся последовательно 9-ю очередями. В частности, первая очередь была введена в эксплуатацию в 1974 г., а последняя - в 1985 г. С 1987 г. рудник «Октябрьский» работает на проектных объемах добычи медно-никелевых руд. С целью восполнения выбывающих с течением времени производственных мощностей по добыче руд на этом руднике постоянно ведется строительство новых горно-добычных выработок, которыми оконтуривают (нарезают) новые участки и рудные блоки на месторождении. Работу этого рудника обеспечивают 11 стволов, диаметром 6-8 метров. Глубина горно-добычных работ на руднике уже превышает 1100 метров, а глубина стволов – 1206 м (рис 2).

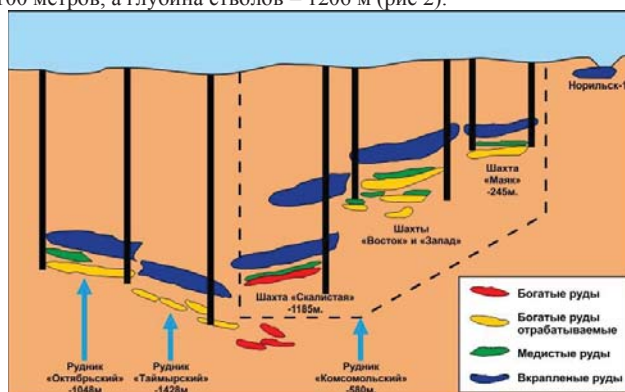


Рис. 2. Схема сфер отработки норильских рудников [10]:

«Маяк»: глубина – 245 м, протяженность под землей - 2,6 км. «Комсомольский»: глубина – 580 м, протяженность под землей - 2,3 км. «Октябрьский»: глубина – 1048 м, протяженность под землей - 3,2 км. «Скалистый»: глубина – 1185 м, протяженность под землей - 2 км. «Таймырский»: глубина – 1428 м, протяженность под землей - 2,2 км.

Рудник «**Таймырский**» является основным поставщиком на обогатительную фабрику богатых руд наиболее распространенного, существенно пирротинового,

состава. Этот рудник обрабатывает восточную часть весьма крупной Хараелахской залежи богатых руд (Октябрьское месторождение) в пределах отметок -1000-1400 м.

Общая протяженность подземных горных выработок норильских рудников уже составляет около 3 тыс. километров [10].

**В распоряжении ОАО «ГМК «Норильский никель» находятся уникальные и довольно значительные запасы различных полезных ископаемых (табл. 1).**

Минерально-сырьевая база ОАО ГМК «Норильский никель» [8]

Объем металла	Объем руды (тыс. тонн)	Ni (тыс. тонн)	Cu (тыс. тонн)	Pd (тыс. унций)	Pt (тыс. унций)	МПГ (тыс. унций)
Доказанные и вероятные запасы руды	473 149	5 730	8 712	55 018	13 439	71 778
Разведанные и обозначенные запасы полезных ископаемых	1 868 738	10 436	16 331	135 730	38 804	182 588

Основу минерально-сырьевых запасов НГМК (табл. 2) составляют рядовые вкрапленные руды с содержанием никеля 0,5-0,6 % (95,9 % всех запасов), а на долю богатых руд приходится лишь 4,1 % руд и 12,4 % металлов.

Таблица 2

**Добывающие активы ГМК «Норильский никель»**

Месторождение / Рудник	Вид рудника	Руды <sup>1</sup>
<b>Заполярный филиал</b>		
<i>Месторождение Октябрьское</i>		
«Октябрьский»	Подземный	Богатые, медистые, вкрапленные
«Гаймырский»	Подземный	Богатые, вкрапленные
«Комсомольский», западное поле	Подземный	Богатые, медистые, вкрапленные
<i>Месторождение Талнахское</i>		
Рудоуправление «Талнахское»		
«Комсомольский» <sup>2</sup>	Подземный	Медистые и вкрапленные
«Маяк»	Подземный	Вкрапленные
«Скалистый»	Подземный	Богатые
Месторождение Норильск-1		
«Медвежий ручей»	Открытый	Вкрапленные
«Заполярный»	Подземный	Вкрапленные
<b>Кольская ГМК</b>		
<i>Месторождение «Ждановское»</i>		
«Центральный»	Открытый	Вкрапленные
«Северный-Глубокий» <sup>3</sup>	Подземный	Вкрапленные
<i>Месторождение «Заполярное»</i>		
«Северный»	Подземный	Вкрапленные
<i>Месторождения Котсельваара и Семилетка</i>		
«Каула-Котсельваара»	Подземный	Вкрапленные

Примечания: Богатые руды характеризуются повышенным содержанием цветных и драгоценных металлов. Медистые руды характеризуются повышенным содержанием меди по отношению к никелю. Вкрапленные руды характеризуются более низким содержанием всех металлов. Рудник «Комсомольский» разрабатывает Талнахское месторождение и западную часть Октябрьского месторождения.

Руды Норильского месторождения входят в состав довольно крупного, четко расслоенного по вертикали, массива габбро (рис. 3), долеритов и других близких к ним пород. Этот массив прорывает осадочно-вулканогенную толщу пермского возраста и перекрывается молодым лавовым покровом.

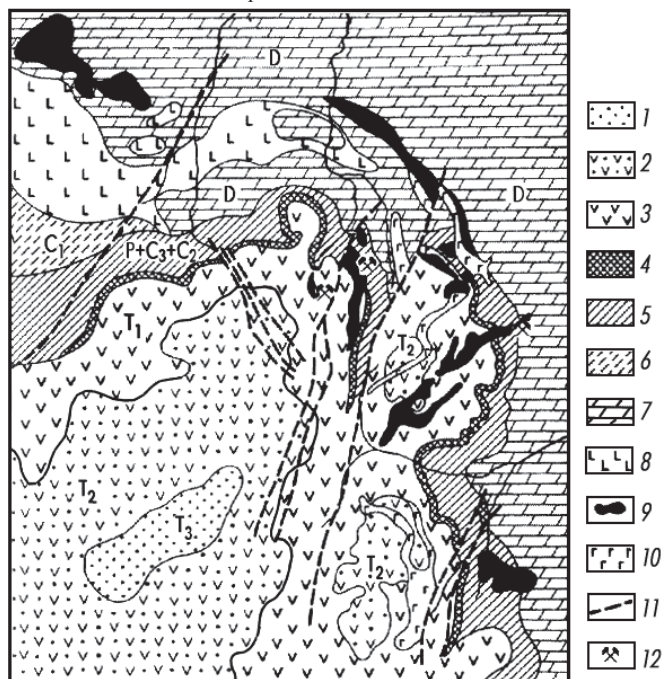


Рис 3. Геологическая схема Норильского рудного района (по Н. Зотову):

1–3 – лавы третьего (1), второго (2), первого (3) вулканических циклов триаса; 4 – лавы пермского вулканического цикла; 5 – осадочные породы верхнего палеозоя (тунгусская серия); 6 – осадочные породы нижнего карбона (морские известняки); 7 – осадочные породы девона; 8 – долериты и габбро-долериты второго триасового цикла; 9 – дифференцированные габбро-диабазы второго триасового цикла; 10 – габбро-долериты третьего триасового цикла; 11 – сбросы; 12 – медно-никелевые месторождения (в целях упрощения на схеме не показаны интрузивные силлы пермского и первого триасового циклов)

При этом вкрапленные сульфидные медно-никелевые руды образуют гнезда и линзы в габбро у подошвы массива и частично в подстилающих его породах. Есть и "висячие" пластовые залежи, а также отдельные сульфидные жилы (в том числе образовавшиеся на поздних стадиях из гидротермальных растворов).

Характерная особенность этого месторождения заключается в очень неравномерном распределении платиноидов, на одних участках их не удастся выявить даже при микроскопическом изучении всех сульфидных минералов, а на других они образуют заметные обособления платиновых минералов (сплавы, сульфиды, теллуриды, арсениды и др.).

К наиболее важным минералам никеля разрабатываемых руд относят наиболее часто встречающиеся и промышленные минералы: сульфиды (пентландит (Fe, Ni)S

(или  $(\text{Ni}, \text{Fe})_9\text{S}_8$ ; содержит 22–42 % Ni), миллерит  $\text{NiS}$  (64,5 % Ni), никелин (купферникель, красный никелевый колчедан)  $\text{NiAs}$  (до 44 % Ni), никелистый пирротин, полидимит, кобальт-никелевый пирит, виоларит, бравойт, ваэсит  $\text{NiS}_2$ , хлоантит, раммельс-бергит  $\text{NiAs}_2$ , герсдорфит (герсфордит, никелевый блеск  $\text{NiAsS}$ ), ульманит), водные силикаты (гарниерит, аннабергит, ховахсит, ревдинскит, шухардит, никелевые нонтрониты) и никелевые хлориты.

Никель-кобальтовая антимонидная и арсенидная минерализация Норильского района представлена эпигенетичной вкрапленностью в магматических сульфидных Cu-Ni рудах и многочисленными гидротермальными жилами с агрегатами расщепленных кристаллов, зернистыми агрегатами и отдельными кристаллами арсенидов и антимонидов Ni-Co-Fe [9]. Арсениды и антимониды Ni и Co в карбонатных жилах развиты только в пределах залежей магматических сульфидных Co-Ni-Cu руд. Самородный мышьяк и лёллингит выявлены в карбонатных жилах как в пределах залежей сульфидных руд, так и вне их.

В составе вкрапленной антимонидной и арсенидной минерализации преобладают маухерит и брейтгауптит, несколько реже встречаются кобальтин, герсдорфит и никелин. По наблюдениям Э.А. Кулагова в борнитовых и миллерит-борнитовых рудах месторождения Норильск-1 развит маухерит (Кулагов, 1968); его скопления среди кальцита находятся на выклинивании рудных тел. В галенит-халькопиритовых рудах с интерметаллидами - описан брейтгауптит (Пономаренко, Малов, 1991).

Маухерит образует каймы замещения шириной до 1 мм вокруг выделений борнита и сростаний борнита и миллерита в ассоциации с ангидритом, валлеринитом, магнетитом и кальцитом. Иногда маухерит окружён каймой Fe-Ni-кобальтина или Fe-Co-герсдорфита. Нередки дендритовидные метасоматические образования маухерита. В некоторых случаях маухерит образует сферолитовые агрегаты с каймой Fe-Co-герсдорфита и брейтгауптита среди борнит-миллеритовых руд. Реже маухерит слагает призматические метакристаллы. В богатых метарудах выявлен также палладиосодержащий брейтгауптит (Пономаренко, Малов, 1991).

В настоящее время Норильский комбинат ведет добычу и переработку 3-х основных технологических типов сульфидных медно-никелевых (содержащих платиноиды) руд:

- 1) сплошных (богатых);
- 2) вкрапленных в интрузивных породах;
- 3) прожилково-вкрапленных во вмещающих породах («медистых»).

При этом основой экономики промышленного производства на НГМК являются богатые руды, среди которых выделяются существенно халькопиритовые, так называемые высокомедистые, и пирротинсодержащие разности: хотя в структуре минеральных запасов норильских месторождений основное количество (до 70 %) металла находится во вкрапленных рудах, доля которых по мере интенсивной выемки богатых руд неуклонно возрастает [2,3].

Дальнейшее повышение эффективности функционирования ГМК «Норильский никель» будет определяться расширенным вовлечением в производство как новых объемов геогенных забалансовых руд месторождений комбината, так и ранее заскладированного техногенного минерального сырья [1,4,5] – металлизированной горной массы отвалов и песков хвостохранилищ (на комбинате сбросы сточных вод составляют более 200 млн. м<sup>3</sup> ежегодно).

Так, ожидаемый прирост геогенных запасов в Норильском промышленном районе, в результате проведения дополнительных геологических работ на выделенных перспективных площадях, составит: для руд меди — 9,46 млн. т, а руд никеля — 4,87 млн т [6,7].

Извлечение металлов из минерального сырья с низким их содержанием методами шахтного, кучного и отвального выщелачивания позволяет дополнительно расширить



(на 8-15 %) минерально-сырьевую базу комбината и одновременно (при переработке уже имеющихся скоплений техногенных минеральных отходов горно-обогачительного производства) будут решены не только экономические и сырьевые проблемы, но и многие экологические и социальные.

#### **Литература**

1. Воробьев А.Е. Формирование техногенных месторождений из забалансовых медьсодержащих руд с применением экологически щадящих методов // Материалы III Международной конференции «Горное, нефтяное, геологическое и геоэкологическое образование в XXI веке», Москва-Горно-Алтайск, 2008. – М.: РУДН, 2008. – С. 152-154.
2. Воробьев А.Е., Аникин А.В. Оптимизация параметров добычи от геологических характеристик разрабатываемого месторождения // Материалы 11-ой международной конференции: Ресурсовоспроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр. М., РУДН. 2012. С. 50-51.
3. Воробьев А.Е., Пихота А.Н. Оптимизация параметров добычи от геологических характеристик разрабатываемого месторождения // Материалы XI международной конференции «Ресурсовоспроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр». Усть-Каменогорск (Казахстан). ВКГТУ. 2012. С. 49.
4. Воробьев А.Е., Чекушина Т.В. Способ селективного внутриотвального обогащения медьсодержащих некондиционных руд: Патент 2059821 РФ, МПК<sup>6</sup> E 21 C 41/26, БИ №13, 1996.
5. Воробьев А.Е., Чекушина Т.В. Способы и методы формирования техногенных минеральных объектов при открытой разработке сложноструктурных месторождений. – М.: ЦНИИЦВЕТМЕТ экономики и информации, 1990. – 68 с.
6. Воробьев А.Е. Геолог должен быть «экономически подкован» // Нефть России N 1-2. 2015. С. 60-61.
7. Воробьев А.Е., Анарбаев А.Д. Горно-геологические и технико-экономические условия строительства традиционной и гидрошахты // Материалы II Международного симпозиума «Геотехнология: скважинные способы освоения месторождений полезных ископаемых, г. Москва, 11-14 октября 2005 г. – М.: Изд-во РУДН, 2005. – С. 75-77.
8. ГМК "Норильский никель": успешный пример адаптации компании к мировым рынкам // <http://helion-ltd.ru/norilsky-nickel-example>.
9. Гриценко Ю.Д. Кобальт-никелевая антимонидная и арсенидная минерализация Норильского рудного поля: Диссертация... кандидата геолого-минералогических наук: 25.00.05. М., 2007. 123 с.  
<http://www.ermite.ru/2012/01/20120106.html#.VYL5WTEZD7Q>

### **ГЕОЛОГИЯ И РУДОНОСНОСТЬ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЮЖНО-НУРАТИНСКИХ ГОР**

*Мирходжиев Б.И., Усманиев Э.А., Худойберганава Б.Б.*

Ташкентский государственный технический университет

Нуратинские горы входят в состав Зарафшано–Туркестанской структурно-формационной (складчатой) зоны. Район исследования относится к Южно - Нуратинских структурно-формационной подзоне, которая отделяется от соседних региональных глубинами разломами.

В западной части Южно-Нуратинского хребта имеются грейзеновые, гидротермальные (высоко, средне и низко температурные) месторождения и рудопроявление с разнообразной рудной минерализацией, которая представлена

оловянными, вольфрамовыми, золоторудными, ртутными и другими месторождениями рудопроявлениями являющимися объектом наших исследований [2].

В пределах изучаемого района по отношению материнскому очагу выделяются грейзеновые и гидротермальные месторождения интрузивной, надинтрузивной и удаленной зоны.

Нами изучается металлогеническая специализация, геолого-структурное строение, минерально-вещественный состав, геологические условия формирования и закономерности размещения этих месторождений и рудопроявлений.

Исследование проводилось в западной части Южно-Нуратинского хребта, сложенного исключительно дислоцированными, палеозойскими комплексами метаморфизованных, осадочных, интрузивных образований.

В стратиграфическом разрезе принимают участие нижнее, средне верхнее кимбрийские, нижнее ордовикские, ниже силурийские, ниже девонские и нижнее средне карбоновые отложения, состоящие из переслаивания различных метаморфических сланцев, известковых песчаников, алевролитов, туфов, доломитов и конгломератов. Метаморфизованные осадочные образования прорваны интрузивами и дайками (С<sub>3</sub>-Р<sub>1</sub>) возраста представленные гранидиоритами, кварцевыми диоритами, диоритами, биотитовыми и лейкократовыми гранитами, I – II – III – IV фазы по Х.М.Абдуллаеву, И.Х.Хамрабаеву [1].

Оловорудная минерализация локализованы в основном грейзеновых образованиях. В грейзеново-касситеритов формации орудинения приурочивается к крыльям антиклинальных складок в осадочно – метаморфогенной толщии эндоконтактной зоне интрузива.

В этой формации основное ведущие рудные минералы касситерит, шеелит, второстепенное значение имеют ортит, циркон.

Золоторудная минерализация рациона локализуется в (высоко, средне, низко t<sup>0</sup>) гидротермальных месторождениях. Среди гидротермальных месторождений развиты кварцево-золоторудная, кварцево-сульфидно-золоторудная, кварцево-арсенопирит-золоторудная и другие формации, связанные с гранитоидами второй, третьей и четвертых фаз. Основная масса золота в гидротермальных месторождениях заключена в кварцах и сульфидах. Сульфиды представлены пирротинном, арсенопиритом, пиритом, халькопиритом, сфалеритом, галенитом и др.

В районе с оловорудной и золоторудной минерализацией наблюдаются ртутные проявления, относящиеся к карбонатно-киноварной формации, локализованы в северо-восточной части Четнынского гранитного массива. Главный рудный минерал киноварь. Отмечается умеренное содержание сурьмы, цинка и свинец встречается как элементы примеси.

Результаты исследования позволяют нам разделить западную часть Южно-Нуратинского района на несколько металлогенических зон. Причины появления зональности оруденения могут быть различными. В данном районе зональность орудинения повидимому связана главным образом магматизмом и металлогенией вмещающих пород.

Относительно Каратауского интрузива месторождения располагаются в следующем порядке:

грейзеновые	(Sn, W, Be)
гидротермальные-высокотемпературные	(W, Au, Bi, Cu)
среднетемпературные	(Au, Pb, Zn)
низкотемпературные	(Hg)

Грейзеновые месторождения образовались в самих интрузивах или эндокантовой части интрузива. Высокотемпературные гидротермальные месторождения образовались над интрузивной и удаленной части интрузива. Таким образом результаты исследования позволяют нам выделить эти районы наиболее

перспективным в отношении грейзеновых минерализации олова, вольфрама, бериллия, нерудные минералы кварц, мусковит, альбит, микроклин и гидротермальных минерализации золота, вольфрама, висмута, меди и ртути. Форма рудных тел, жилы и зоны [4].

#### Список литератур

1. Х.М. Абдуллаев. Основные черты магматизма и металлогении Чаткало-Кураминских гор. Ташкент, Издательство АНУзССР. 1958.
2. В.А. Королев. Структурные типы энгоненных медных рудных полей и месторождений Средней Азии. Ташкент, 1975. 20с.
3. М.У. Умарходжаев. Геолого-структурные условия размещения и прогнозирования свинцово-цинковых и золотого оруденения в Средней Азии. Москва. Геоинформцентр. 2002. 48 с.
4. М.У. Умарходжаев, А.Х. Акбаров, М.К. Турапов. Теоретические основы и методология локального количественного прогнозирования месторождений полезных ископаемых. Методика изучения геологических факторов рудогенеза. Т – I.

### РЕДКОМЕТАЛЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ КЫРГЫЗСТАНА: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

*Мелентьев Г.Б.<sup>1</sup>, Воробьев А.Е.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Объединенный Институт Высоких Температур (ОИВТ) РАН

<sup>2</sup>Российский Университет дружбы народов (РУДН) Минобрнауки РФ

Восстановление и развитие производств редких и редкоземельных металлов в республиках бывшего СССР – ныне – независимых государствах представляется важным фактором обеспечения их индивидуальной и коллективной экономической и национальной безопасности. В новых условиях с созданием ЕвразЭС оно может послужить геополитическим и инновационно-технологическим стимулом и средством формирования единого экономического пространства. С этих позиций особую актуальность приобретает оценка современного состояния, перспектив развития инфраструктурно сохранившихся редкометалльных производств и создания новых в России, Казахстане, Кыргызстане, Узбекистане, Белоруссии, Армении и других странах СНГ и ЕвразЭС на корпоративной основе.

В настоящем информационно-аналитическом докладе обсуждается редкометалльный потенциал Кыргызстана и перспективы его реализации, в том числе – совместно с Россией и соседними странами ЕвразЭС. Доклад составлен на базе собственной информации, полученной в начале 70-х годов при проведении ревизионно-оценочных исследований на Та, Li, Cs и другие редкие металлы по договору с Киргизским ГУ, а также с использованием опубликованных в последние годы данных о редкоземельном потенциале Кыргызстана.

Первоочередным объектом реализации редкометалльного потенциала является Актюзское рудное поле, не имеющее аналогов в странах ЕвразЭС по концентрации иттриевоземельных лантаноидов, развитому инфраструктурному обеспечению и технологической освоенности полного цикла производства РЗМ повышенного потребительского спроса.

В СССР это предприятие выпускало иттриевоземельную продукцию с соотношением цериевых земель к иттриевым 1:1, что позволяет считать их источник – руды месторождения Куттесай-2 – уникальным по высокой доле иттриевых лантаноидов в сумме РЗМ (обычно их соотношение 4:1 – 2:1). Оставшиеся балансовые запасы РЗМ составляют порядка 60 тыс. т в (В + С<sub>1</sub> + С<sub>2</sub>) и сопоставимы с прогнозными

ресурсы рудного поля. Его участки (месторождения) сопряжены друг с другом пространственно и структурно. В целом они слабо эродированы и недостаточно глубоко разведаны, что открывает перспективы их доизучения и прироста запасов.

Несомненными резервами повышения экономической эффективности при возобновлении эксплуатации месторождений Актюза, приостановленной в 1995 г., являются комплексность в использовании и глубина переработки профилирующего и сопутствующих видов сырья с использованием ведущих технологических инноваций. С этих позиций наиболее рациональным представляется привлечение соинвесторов и партнеров из России и Казахстана, обладающих необходимым опытом и заделами в выпуске индивидуальных РЗМ, а также повышенным спросом на эту продукцию.

С принципиально новых прогнозно-поисковых позиций оцениваются перспективы других известных рудных полей и месторождений Кыргызстана, служивших в 70-е годы объектами переоценки на различное собственное редкометальное оруденение. С использованием разработанных в ИМГРЭ методов морфоструктурного и петро-геохимического анализа проявлений пространственно-генетической зональности в пределах редкометальных пегматитовых полей и их гипабиссальных аналогов – редкометальных пегматоидных гранитов, параметризации данных об их геохимической специализации, количественно-минералогическом составе и уровнях концентрации редких элементов в минералах-носителях были существенно изменены сложившиеся представления о типах редкометального сырья, комплексности их состава, возможностях и вариантах вовлечения в промышленное использование.

Не менее актуальным представляется вовлечение в комплексное промышленное использование техногенных ресурсов с извлечением особо ценных редкометальных компонентов (Re, Sc, Ga, Ge, Bi и др.) и устранением из технологических процессов экологически лимитируемых суперэкотоксикантов – U, Th, As, Hg, Cd, Tl, Be и др. Здесь также представляется целесообразным использование достижений российской науки и, прежде всего, ОИВТ РАН в их реализации на корпоративной основе со специалистами Кыргызстана.

Первоочередной задачей в этом направлении представляется комплексная оценка на особо ценные и экологически лимитируемые компоненты накопленных отходов ГПК, ХМК и ТЭК в целях перевода их из категории ресурсов в высоколиквидное сырье. С учетом разработанных в последние годы инновационных технологий, обсуждаются перспективы переработки отходов обогащения Актюза с получением не только профилирующих РЗМ, но и флюорита, свинцовых и цинковых концентратов с извлечением из них особо ценных рассеянных редких металлов и токсичных микрокомпонентов и т.д. Последнее направление актуально также для золоторудного, сурьмяного и мышьякового сырья как при их эксплуатации, так и подготовке к ней. Несомненный практический интерес с этих позиций могут представлять и жидкие отходы, как правило, токсичные сбросы предприятий ГПК и других промышленных комплексов. В частности, остаточные растворы скважинного подземного выщелачивания урана доказали свою перспективность в качестве источников Re, Sc и, возможно, иттриевых лантаноидов.

Особое значение в связи с завершенными разработками в ОИВТ РАН технологии глубокой и полной переработки шлакозольных отходов (ШЗО) углесжигания ТЭС с получением широкого ассортимента высоколиквидной продукции приобретает ее внедрение в странах ЕвразЭС. Эта технология позволяет одновременно, причем на уровне промышленно развитых стран Евросоюза (Германии, Дании и др.), решать задачи повышения экономической эффективности ТЭС и их экологизации путем 100%-й ликвидации накопленных ШЗО.

Инновационный этап развития горнопромышленного комплекса Кыргызстана, связанного с освоением и эксплуатацией урановых, сурьмяных, ртутных, олово- и золоторудных месторождений, предусматривает оценку перспектив извлечения из этих

руд широкого ассортимента рассеянных редких металлов.

Необходимого внимания заслуживает интенсификация поисков новых собственно редкометалльных месторождений (РЗМ, Та, Ве, Li, Cs, Rb и др.), а также рудного и нетрадиционного (вулканогенного, органоминерального, водно-солевого и т.д.) сырья с повышенными концентрациями рассеянных редких металлов (Re, In, Sc, Ge, Ga и др.).

В целях организации рекомендуемого направления работ на редкие металлы и обеспечения их эффективности представляется целесообразным создание Координационного научно-производственного Совета из ведущих специалистов-редкометаллических разного профиля, составление межведомственной и межгосударственной Программы работ и согласование ее с подобными программами стран ЕвразЭС. Для Кыргызстана это направление послужит дополнительным стимулом и средством инновационно-технологического развития и интенсификации национальной экономики, а для ЕвразЭС – эффективным способом формирования единого экономического пространства и обеспечения коллективной безопасности.

### СТРУКТУРНЫЕ ПОЗИЦИИ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗАПАДНОГО УЗБЕКИСТАНА

*Турапов М.К.<sup>1</sup>, Акбаров Х.А.<sup>2</sup>, Дулабова Н.Ю.<sup>3</sup>, Жанибеков Б.О.<sup>1</sup>,  
Закиров О.Т.<sup>4</sup>, Умматов Н.Ф.<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>ГП «Научно-исследовательский институт минеральных ресурсов»

<sup>2</sup>Государственный комитет Республики Узбекистан по геологии и минеральным ресурсам

<sup>3</sup>Ташкентский государственный технический университет

<sup>4</sup>ГИ «Саноатконтехназорат»

1. Изучение структурных позиций эндогенных рудных месторождений различных генетических типов имеет важное значение при их прогнозе и поиске и представляет большой научный интерес. Все исследователи, изучавшие вопросы рудоносности Тянь-Шаня отмечают, что в его геологическом строении участвуют разнообразные типы пород в различных сочетаниях, характеризующихся определенным составом и петрографическими свойствами, которые определили многообразие тектонических элементов. Они в свою очередь явились основной причиной формирования различных структурно-геологических типов рудных полей и месторождений и их геолого-структурных позиций (Акбаров Х.А., 2006).

Однако, как отмечает Королев В.А. (1983) при выделении и классификации геолого-структурных типов рудных полей и месторождений многие исследователи не проводят четкую границу между структурным типом и структурной позицией. Нередко структурный тип рудных объектов подменяется их структурной позицией и наоборот.

Как указывает Томсон И.М. (1964), одной из актуальных проблем в рудной геологии является выяснение условий пространственного размещения рудных объектов в определенных рудоносных площадях (рудное поле, рудный район). Решение этой проблемы имеет исключительно важное значение при проектировании с проведением прогнозных и поисково-разведочных работ. Определив структурно-геологическую позицию известных рудных месторождений можно по аналогии выделить перспективные площади, где есть вероятность обнаружения новых промышленных объектов (Акбаров Х.А., 2004, 2006; Умарходжаев М.У. и др. 2003).

2. Изучением геолого-структурных условий формирования золоторудных полей и месторождений и размещения в них оруденения в свое время занимались Касавченко Г.В., Матяш В.П., Сабдушев Ш.Ш., Парамонов Ю.И., Хон М.Т., Хорват В.А., Швецов А.Д., Умарходжаев М.У., Марилова С.Т., Мансуров М.М., Рахматуллаев Х.Р. и др. Их

исследования венчались определением геологических закономерностей формирования золоторудных месторождений с выделением конкретных геологических причин, контролировавших их образования. При этом особое внимание было уделено структурным факторам, диапазон и тип их проявлений в регионе очень широк. Но несмотря на существенные успехи в деле выявления закономерностей формирования золоторудных месторождений в регионе для многих из них характерно разночтение в выделении рудоконтролирующих факторов, а вопрос об их структурных позициях для многих из них остается нерешенным.

3. По Королеву В.А. (1983) позиция рудного объекта - это участок геологической структуры, в пределах которой проявилось совместное влияние нескольких структурных элементов, обеспечивающих поступление эндогенного раствора. К числу структурных элементов следует отнести: участок изгиба разлома; участки пересечений и сопряжений; зоны расщепления разлома; зоны сближения парных разломов; участки осложения складок разрывными нарушениями и т.д. Все эти элементы определяют позицию объекта в геологическом пространстве и, где происходит концентрация химических элементов, формируясь в форме рудных скоплений.

Эти рудоконтролирующие элементы тектоники по существу являются структурными элементами золоторудных объектов. Рассмотрим результаты исследования структурных позиций Тамдытау и их влияние на процесс оруденения. Их можно подразделить на два типа: простые и сложные позиции. Однако их роль в формировании месторождений различна. Анализ показывает, что около 30% проявлений золота контролируется простыми типами позиций, а остальные 70% - сложными. Следует отметить, что нет четкой взаимосвязи эталонных объектов Тамдытау с какой-либо одной системой позиций. Так, например, месторождения Мурунтау, Косманачи связаны с простой системой позиций разломов, тогда как Мютенбай, Бесапантау, Триада - со сложной.

Если рассмотреть градацию распределения месторождений в каждой из восьми выделенных структурных позиций, то на первом месте находятся многоосевые сложные разломы северо-восточного простирания, с которыми связаны 30% месторождений Тамдытау. Далее идут сложные многоосевые разломы северо-западного простирания, контролирующие около 17% месторождений. 14% месторождений имеют позицию в зонах простых разломов северо-западного простирания. Остальные системы разломов контролируют формирование месторождений в пределах 2-3 шт. Однако, в выделенных системах структурных позиций выявляется одна особенность, очень важная при поисках новых промышленных объектов. Около 40% месторождений золота Тамдытау пространственно приурочено к разломам (независимо от их сложности) северо-восточного простирания и около 30% - к разломам северо-северо-западного простирания. Вместе эти системы разломов контролируют 70% месторождений золота. Этот факт дает основание предполагать, что в процессах рудоотложения северо-восточные и северо-северо-западные разломы испытывают тектоническую активность в горизонтальной и вертикальной плоскостях, что привело к усилению деформации вмещающей среды. Последствие этой деформации выразилось в образовании мелких складок, дроблении пород, приоткрывании граней разломов, что явилось благоприятным для рудоотложения. Синхронность тектонической активности с процессами золоторудной минерализации указывает на то, что площадь Тамдытау в этапе рудообразования испытывала активность (тектономагматическую), вызванную не только внутренними силами земной коры, но и воздействием внешней среды – смежно развивающихся территорий. Природа внешних воздействий связана, по всей видимости, с проявлением тектоники литосферных плит, где господствующее положение занимают горизонтальные движения. Об этом свидетельствует субширотное направление основного складчатого сооружения Южного Тянь-Шаня. Кроме того, если

совместить пространственное положение северо-восточных и северо-западных разломов с планом тектонической деформации региона, то направление деформации (горизонтальные движения) определяется как субмеридиональное.

Из вышеизложенного видно, насколько важно определение позиции объекта в геологическом пространстве. Как отмечает В.А. Королев (1983), задача систематики позиций – выделение элементов рудных структур, которые позволяют проводить районирование площади и выделение участков с однородным тектоническим режимом.

#### **Литература**

1. Акбаров Х.А. Геолого-структурные позиции рудных полей и месторождений Тянь-Шаня. Задачи изучения и систематика // Геология и минеральные ресурсы. – 2004. №2. С 3-10.
2. Акбаров Х.А. Геолого-структурные условия размещения и прогнозирования оруденения на полиметаллических рудных полях и месторождениях Тянь-Шаня. Ташкент, ТашГТУ, С 259-281.
3. Королев В.А. Структурные типы рудных полей и месторождений Средней Азии. Москва, «Недра», 1983, С 216.
4. Умарходжаев М.У., Акбаров Х.А., Турапов М.К. Методология прогнозирования месторождений полезных ископаемых. Ташкент, ТашГТУ, 2007, С 385.
5. Хабиров В.В., Забельский В.К., Воробьев А.Е. Прогрессивные технологии добычи и переработки золотосодержащего сырья / Под ред. акад. Н.П. Лаверова. – М.: Недра, 1994. – 272 с.

### **ПОИСКИ И ЛОКАЛЬНЫЙ ПРОГНОЗ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПО ТИПОМОРФНЫМ СВОЙСТВАМ ПИРИТА\***

*Пиеничкин А.Я., Ананьев Ю.С.*

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Россия

Проведенные комплексные исследования золоторудных месторождений различных генетических типов Алтае-Саянской складчатой области и других регионов показали, что пирит является одним из самых распространенных и информативных минералов месторождений, форма кристаллов, элементы-примеси, термо-эдс и другие свойства которого закономерно изменяются в зависимости от условий формирования месторождений.

Форма кристаллов является одним из контрастно выраженных типоморфных признаков пирита золоторудных месторождений различных формационных типов. Для месторождений характерны как общие, так и свои индивидуальные морфологические особенности кристаллов минерала. Так пириты месторождений золото-кварцевой формации имеют преимущественно кубический габитус кристаллов. При этом в высокотемпературных кварцево-золоторудных минеральных ассоциациях редко встречаются кристаллы в виде простых форм – {100}, {210} и {111}, а встречаются в виде их комбинаций (Масловское, Подлунный, Константиновское месторождения). В среднетемпературных золото-сульфидных ассоциациях кристаллы пирита чаще образуют гексаэдры (Балахчинское, Кузнецовское, Знаменитинское, Медвежье), а в средне-, низкотемпературных кварцево-золото-полиметаллическисульфидных ассоциациях – в виде гексаэдров или пентагондодекаэдров (Лысогорское, Саралинское). Пириты золото-скарновых месторождений имеют преимущественно октаэдрический габитус кристаллов (Калиостровское, Тарданское). По падению и

---

\* Работа выполнена при финансовой поддержке Госзадания «Наука», № 1.1488.2015.

простиранию рудных тел (в стороны их выклинивания) происходит закономерное изменение морфологии кристаллов пирита, выражающейся в смене кристаллов пентагон-додекаэдрического габитуса на кубический (Саралинское) или кубического на куб-пентагондодекаэдрический (Балахчинское, Лысогорское, Медвежье, Константиновское). Наибольшая морфологическая изменчивость и наименьшая комбинационная устойчивость кристаллов пирита наблюдается в рудных столбах, где преобладает пентагон-додекаэдрический габитус кристаллов.

Химический состав является другим наиболее характерным типоморфным признаком пиритов золоторудных месторождений. По сравнению с пиритами других генетических типов, пириты золоторудных месторождений характеризуются наибольшим разбросом статических параметров распределения ( $\bar{X}$ ,  $S^2$ ,  $V$ ) элементов-примесей. Это особенно типично для комплекса элементов, специфичного для золоторудных месторождений – Au, Ag, Cu, Pb, Zn, постоянно накапливающихся в пиритах в повышенных концентрациях. Для золото-кварцевой формации наблюдается 1,5–2-кратное обогащение пирита Au, Ag, As, Pb, Bi, Sn, Cd, Ba по сравнению с пиритами золото-скарновых месторождений. В последних несколько больше накапливается Mo, Zn, Cr, нередко – Ti, Co. При этом пириты высокотемпературных золото-кварцевых ассоциаций обогащаются Mo, Ti, Cr, Co, Ni, V, As, Bi (Коммунарское, Тарданское); пириты среднетемпературных кварцево-золото-сульфидных ассоциаций – Au, Cu, Pb, Zn (Балахчинское, Медвежье), а пириты средне-низкотемпературных кварцево-золото-полиметаллических сульфидных ассоциаций накапливают Hg, Ba, Ag, Sb, As (Лысогорское, Саралинское). Пириты золоторудных месторождений резко обогащены золотом по сравнению с пиритами месторождений других генетических типов. Но особенно высокие концентрации золота наблюдаются в пиритах из прожилково-вкрапленных и вкрапленных руд из черносланцевых толщ, где содержание Au в минерале достигает 50 г/т и более (Бакырчик, Боко-Васильевское).

Установлено зональное (часто волнообразное с амплитудой 200–240 м) распределение примесных элементов в пиритах с глубиной рудных тел, заключающееся в преимущественном накоплении Ba, Hg, Ag, Sb, иногда As в пиритах верхних частей рудных тел и из надрудных ореолов; пириты средних частей рудных тел и из рудных столбов резко обогащаются Au, Cu, Pb, Zn; а пириты прикорневых частей рудных тел накапливают Ni, Co, Ti, Cr, иногда As, Cu. Это позволяет использовать химический состав пирита для относительной оценки уровня эрозийного среза рудных тел, их перспективности их на глубину и фланги.

Наиболее информативным и экспрессным из физических свойств ( $d$ ,  $H$ ,  $a_0$  и др.) является термо-эдс пирита. Так пириты рудных тел и околорудных метасоматитов золоторудных месторождений Алтае-Саянской складчатой области имеют, в основном, смешанную проводимость с преобладанием электронной (Спасское, Калиостровское, Константиновское, Тарданское) или дырочной (Саралинское, Балахчинское, Лысогорское, Медвежье), или  $p$ - и  $n$ -типы пиритов встречаются в равных количествах (Знаменитинское, Кузнецовское, Январское, Масловское, Подлунный). И очень редко наблюдаются пириты только с электронной проводимостью (Тарчинское). Для большинства месторождений установлена закономерная смена типа проводимости пирита с электронной на электронно-дырочную и дырочную от ранних высокотемпературных минеральных ассоциаций к заключительным этапам формирования месторождений (зональность во времени). Термо-эдс пирита изменяется и в пространстве: от верхних частей рудных тел и месторождений к прикорневым их частям происходит смена пирита с дырочной проводимостью на электронно-дырочную и электронную. При этом, пириты продуктивных минеральных ассоциаций и наиболее обогащенных золотом участков рудных тел обладают, как правило, смешанным типом проводимости.

Закономерное изменение типоморфных свойств пирита: формы кристаллов,



элементов-примесей, термо-эдс) согласуется с минералогической и геохимической зональностью рудных тел и месторождений, что позволяет проводить оценку уровня их эрозионного греза, перспективности и протяженности оруденения на глубину, фланги и выявлять слепые рудные тела. Поэтому пирит можно успешно использовать как минералогический критерий при поисково-оценочных работах на золото.

Минералогическое картирование по пириту на золото необходимо, проводить (в комплексе с другими методами исследования) на всех этапах поисково-разведочных и эксплуатационных работ. На стадии геолого-съёмочных работ (масштаб 1:200000, 1:50000) по результатам шлиховой съёмки дается общая характеристика морфологии кристаллов пирита района. При этом участки с повышенным содержанием пирита в шлихах и особенно присутствие в них кристаллов сложных морфологических типов, можно считать (с учетом расстояния и направления сноса) перспективными на обнаружение коренных источников золота. На стадии поисково-оценочных работ (масштаб 1:25000, 1:10000) необходимо проводить отбор проб с пиритом из всех кварцевых свалов и выявленных горными работами и скважинами рудных тел и зон гидротермальной проработки, установление положительных на золото ореолов пирита, выявление по ним новых рудных тел и дается предварительная оценка их уровня эрозионного среза и перспективность на глубину и фланги. Геологоразведочные и эксплуатационные работы (масштаб 1:10000, 1:5000, 1:1000) должны сопровождаться систематическим отбором проб с пиритом из всех выявленных рудных тел и околорудных метасоматитов по простиранию, в крест простирания и падению рудных тел. По результатам пиритометрического опробования выявляется минералогическая и геохимическая зональность как отдельных рудных тел, так месторождений и рудных полей в целом; производится оценка уровня их уровня эрозионного среза, оценивается перспективность и протяженность оруденения на глубину и фланги, выявляются слепые рудные тела.

#### **МИНЕРАЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РУД ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ, ЗАЛЕГАЮЩИХ В ГРАФИТИЗИРОВАННЫХ СЛАНЦЕВЫХ ТОЛЩАХ**

*Турсебеков А.Х., Шарипов Х.Т., Ткаченко Е., Ким М., Намазбаев Ш.Н.*

Золоторудные месторождения, залегающие в углеродсодержащих сланцевых толщах проявлены в различных геологических структурах Средней Азии и Казахстана (Мурунтау, Даугызтау, Кокпатас, Кумтор, Бакырчик) являются высококомплексными месторождениями. На генезис и источник вещества вышеперечисленных золоторудных месторождений имеются различные представления и гипотезы.

В результате детальных минералого-геохимических исследований с применением микрозондирования ISP-масс-спектрометрию нами на примере золоторудного месторождения Мурунтау и др. установлено, что помимо профилирующих металлов Au, Ag выявлены значительные концентрации Pd, Pt, Se, Te, Mo, As, Bi и др. [1,2]. Для данных металлов диагностированы многочисленные минеральные формы их нахождения: интерметаллиды, самородные элементы, арсениды, антимониды, теллуриды, селениды, сульфиды, сульфосоли и др.

Такие концентрации разнообразных по природе металлов и минералов могли возникнуть в длительно-развивающихся осадочно-металлогенно-гидротермальной природной технологической системе с непосредственным участием магматизма. В подтверждении данного тезиса нами для сопоставления изучены рудоносные горячие сланцы, залегающих в матрице палеогеновых отложений, которые не подвергались метаморфизму и воздействию магматизма. Данные минералогических и аналитических

исследований показывают, что они содержат тот же комплекс металлов, но в наиболее повышенных концентрациях (таб.).

Таблица Содержание металлов в матрицах руд (в г/т)  
(по данным масс-спектрометрии)

Месторождение	Au	Ag	Pt	Pd	Te	Se	As	Sb	Bi
Мурунтау	7,12	2,8	0,09	0,32	2,12	19,32	498,9	20	13,2
Горючие сланцы (Байсун, Сунгрунтау)	1,3	5,6	0,44	0,69	0,01	147	72	27	0,96
Месторождение	Cu	Pb	Zn	Ni	Co	Vo	Hg	Re	
Мурунтау	26,2	29,3	32,3	46,7	25,9	11,5	0,19	-	
Горючие сланцы (Байсун, Сунгрунтау)	886	18,3	397	1079	46	2696	5,8	1,4	

По данным микронзондирования форма нахождения металлов в горючих сланцах неустановлены, они находятся в составе углеродистого вещества, в пирите и глинистых минералах. Из этого следует, что осадочные породы являются источником накопления металлов, которые в дальнейшем в процессе их метаморфизма создали гидротермальную природную технологическую систему для формирования золоторудных месторождений черносланцевой формации.

#### Литература

1. Василевский Б.Б., Ежков Ю.Б. и др. Проблемы крупнообъемны месторождений золота и меди Узбекистана. Ташкент -2012, 116с.
2. Исоков М.У., Туресебеков А.Х., Василевский Б.Б., Шарипов Х.Т. и др. Геохимия и минералогия горючих сланцев Узбекистана Ташкент -2014, 72 с.
3. Воробьев А.Е., Чекушина Т.В., Козырев Е.Н. Возможности конверсии золотодобывающей отрасли России на геотехнологические технологии разработки // Автоматизация и современные технологии, №5, 2000. – С. 10-14.

### ИЗУЧЕНИЕ ТИПОМОРФНЫХ СВОЙСТВ ПИРИТА ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЗАПАДНОЕ (ЛЕНСКИЙ РУДНЫЙ РАЙОН, РОССИЯ)\*

*Гаврилов Р.Ю., Пшеничкин А.Я.*

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Россия  
raya@tpu.ru

Месторождение Западное расположено в пределах Бодайбинского синклиория, Кропоткинского рудного узла. Оно является составной частью Сухоложского рудного поля, располагаясь в его западной части. Месторождение изучено поверхностными горными выработками и скважинами колонкового бурения.

Изучались кристаллы пирита размером 0,5...2,5 см, отобранные из минерализованных зон поверхностных горных выработок и керн скважин. Для изучения термо-эдс кристаллы пирита дробились до фракции 0,5...1,0 мм и по ним проводилось измерение эдс минерала.

Проведенные нами исследования термо-эдс пиритов из руд и околорудных метасоматитов золоторудных месторождений разного генезиса показали, что термо-эдс минерала является чувствительным типоморфным признаком и закономерно меняется в пространстве и во времени от пиритов с электронной проводимостью из ранних высокотемпературных минеральных ассоциаций и прикорневых частей рудных тел к

\* Работа выполнена при финансовой поддержке Госзадания «Наука», № 1.1488.2015.

пиритам со смешанным типом проводимости из среднетемпературных минеральных ассоциаций и средних частей рудных тел, к пиритам с дырочным типом проводимости из заключительных этапов формирования месторождения и верхних частей рудных тел. По термо-эдс пиритов можно судить об условиях формирования месторождений, уровне эрозионного среза рудных тел и, следовательно, их перспективности на глубину и фланги.

Рентгеноспектральный анализ выполнялся на энергодисперсионном рентгенофлуоресцентном микроскопе (ЭДФ, модель HORIBA XGT-7200). Данный прибор позволяет выполнять количественный химический анализ широкого спектра элементов от Na ( $Z=11$ ) до U ( $Z=92$ ). Площадь волновода (сканирующего луча) составляла 10 мкм. Измерения выполнялись при мощности излучения 50 кВ, силе электрического тока 1 мА; время замера каждой точки составляло 50 сек.

Пириты из рудных зон Западного месторождения встречаются в виде кубов {100} или кубов со слабо развитыми гранями пентагондодекаэдра – {100}+{210} размером до 0,5...2,5 см. Кристаллы редко бывают хорошо образованы. Часто они имеют уплощенную форму или слабо псевдоромбоэдричны. Грани {100} покрыты сложным узором слоев роста паркетного типа. Грани {210} слабо развиты и также покрыты слоями роста. Слои роста на гранях кристаллов очень тонкие и не имеют закономерных очертаний относительно ребер кристаллов. Грани кристаллов часто несут незакономерные отпечатки вмещающих пород (аргиллитов) и кварца. Внутреннее строение кристаллов не всегда плотное за счёт захвата вмещающих пород, излом слабо раковистый.

В связи с тем, что изученные кристаллы пирита из рудной зоны месторождения имеют только кубический габитус, что характерно для пиритов верхних частей рудных тел. Об этом же говорит и только дырочный тип проводимости пирита, который характерен также для пиритов верхних частей рудных тел. Проведенные нами исследования термо-эдс пиритов показало, что пириты месторождения имеют только дырочный тип проводимости с разбросом значений эдс от 27 до 83 мВ и близкими средними значениями в пределах 58,4...67,0 мВ, которые имеют равномерный характер распределения ( $V=12,2...17,3\%$ ).

Поэтому, исходя из изучения кристалломорфологии и термо-эдс пирита можно сделать вывод, что уровень эрозионного среза золоторудного месторождения Западного небольшой (верхнерудный). Об этом свидетельствует наличие в центральной и восточной частях основных запасов золота Сухоложского рудного поля, локализованных в свитах, расположенных стратиграфически ниже по разрезу.

Химический состав изученных крупнокристаллических кристаллов пирита: S – 51,63 %, Fe – 46,32 %, несколько отличается от его формульных значений: S – 53,45 %, Fe – 46,54 %. Это, прежде всего, связано с наличием свободных катионных или анионных связей в пирите.

В качестве элементов-примесей во всех кристаллах установлены: Co, Ni, Cu, Zn, As, Pb. Средние содержания элементов-примесей в образцах изменяются от долей процентов до 5 и более раз.

Наибольшей вариацией характеризуются содержания Cu – от 0,04 % до 0,21 % и Pb – от 0,06 % до 0,18 %.

Перечень элементов-примесей, установленный в кристаллах пирита, совпадает с примесями, обнаруженными в золоте месторождения Сухой Лог. Таким образом, наличие характерных элементов-примесей в пиритах, с большой долей вероятности свидетельствует об их формировании в процессе гидротермально-метасоматического рудообразования.

## БОКСИТОНОСНОСТЬ И РОЛЬ НЕОТЕКТОНИКИ В ПЕРСПЕКТИВНОЙ ОЦЕНКЕ ТЕРРИТОРИЙ НА АЛЮМИНИЕВЫЕ РУДЫ

*Ваньшин Ю.В.*

Саратовский государственный университет им. Н.Г.Чернышевского (СГУ), г.Саратов,  
Российская Федерация.

Обеспечение СССР, да и России сырьём для получения алюминия осуществлялось в основном за счёт импорта бокситов, поэтому находки высокоглинозёмных образований названных хемалитами [11] вызывали огромный интерес.

Все известные местонахождения хемалитов связаны с карбонатными породами. Взаимодействие кислых сульфатных вод, содержащих аномальные концентрации Al и Si, с карбонатами (щелочной геохимический барьер типа D<sub>1</sub> и кислый E<sub>3</sub>), приводит к формированию гётит-аллофан-гиббитовой минеральной ассоциации.

Она известна в целом ряде регионов и с ними связывались определенные надежды на алюминиевое сырьё (бокситы). Особенно это наглядно проявилось с Подмосковными бокситами, история поисков которых насчитывала многие десятки лет [12]. Такая же ситуация складывалась и с глинозёмными образованиями в Сибири [13,14], в Поволжье [2,3,10].

В Поволжье такая минеральная ассоциация установлена в районе г. Жирновска, Волгоградской области. Её возраст, с учётом анализа неотектонической истории региона и палинологической находки, определён как средний плейстоцен [5]. Этот процесс стал возможным только после выхода на поверхность пирит содержащих глинистых пород средней юры, в результате неотектонических процессов, приведших к формированию Доно-Медведицких дислокаций. По механизму образования она является инфильтрационно-хемогенно-метасоматической и локализована в контактовой зоне известняков C<sub>2-3</sub>, с перекрывающими их проницаемыми песками байосса или Q суглинками. Вниз по разрезу наблюдается (2-5 м) изменение интенсивности замещения известняков высокоглинозёмными минералами. На первом этапе взаимодействия вод (рН < 4) с известняками появляются гипс, базальминит, фельшбаниит, алюминит, метабазалминит, паралюминит. [4, 6, 7].

При снижении кислотности растворов рН > 5,7 образуются гиббсит, аллофан, галлуазит, гётит. Затем при дальнейшем возрастании рН до 6,5-8,5 идёт формирование алюмогидрокарбоната, нордстрандита, бёмита. Вполне возможно, что последовательность образования этих минералов в природных условиях более сложная. Макроскопически высокоглинозёмные образования представлены землистой, рыхлой массой гётит-аллофан-гиббитового состава, светло-серого, реже белого или охристого цвета, с многочисленными гнездами, прожилками, линзами белого цвета, состоящих из аллофана и гиббсита. Вниз по разрезу наблюдается быстрое изменение интенсивности и характера локального замещения, карбонатных пород высокоглинозёмными минералами [8,9].

Одновременное нахождение нескольких морфологических генераций одних и тех же минералов, таких как аллофан и различных модификаций галлуазита (10А° и 7А°), позволяют сделать вывод о существовании локальных условий минералообразования на субмикроскопическом уровне. Об этом же может свидетельствовать большое разнообразие характера взаимоотношений минералов между собой. Хорошая сопоставимость по морфологии и характеру взаимоотношений между собой аллофана и галлуазита во всех образцах, в том числе и современном «пушистом налёте» на поверхности карбонатных пород, с учётом маловероятной сохранности аллофана в породах мезозойского возраста [15], дают основание высказать мнение об их четвертичном возрасте. Вывод вполне увязывается с историей геологического развития территории. Это же подтверждает и сравнение минералогии всех известных

месторождений бокситов в Мире: аллофан присутствует только в кайнозойских [1].

Близость минерального, химического составов высоко глинозёмных образований Поволжья с Подмосковными бокситами обусловлена общим механизмом и временем их формирования в кайнозое. Именно этим и обусловлены отрицательные результаты многолетних поисков промышленных месторождений данного типа в Центральных районах России.

Сернокислотное выветривание, при наличии щелочного геохимического барьера (карбонатные породы), приводило к образованию аллофана, гиббсита, сульфатных минералов алюминия (базаломинит, алюминит и др.). На испарительном геохимическом барьере шёл процесс современного образования минералов: алюминиевых квасцов, тамаругита, пиккерингита, элсомита [6, 7].

#### **Вывод**

Таким образом, комплекс высоко глинозёмных минералов является надёжным дополнительным показателем активизации неотектонических и современных процессов минералообразования.

Доказана отрицательная оценка перспектив юго-восточной части Восточно-Европейской платформы на высоко глинозёмные руды, что позволило избежать затрат для проведения поисковых геологоразведочных работ [8,9].

#### **Литература**

1. Бардошши Д. Карстовые бокситы. – М.: Мир, 1981. 320 с.
2. Ваньшин Ю.В., Гуцаки В.А, и др. Роль минералогических исследований в прогнозной оценке на глинозёмистое сырье раннемезозойского этапа выветривания юго-востока Русской платформы. / В сб.: «Использование минералогических методов исследований при прогнозе, поисках и оценке месторождений полезных ископаемых». Тез. докл. I Республ. Совец. Алма-Ата. Т 2. 1981. С. 29-30.
3. Ваньшин Ю.В., Гуцаки В.А. О находке алюминиевых минералов в Нижнем Поволжье // ДАН СССР. - 1982. Т. 262. №1. С. 160-162.
4. Ваньшин Ю.В., Киреев Ф.А. О галлуазитах аллофан-гиббситовых образований Нижнего Поволжья // Рукопись деп. в ВИНТИ «Вопросы геологии Южного Урала и Поволжья (минералогия, петрография, геохимия)» 1988. №7068-В88. С. 140-150.
5. Ваньшин Ю.В. К вопросу о возрасте высоко глинозёмных образований Нижнего Поволжья. ДАН СССР, 1989. Т.307, №4, - С.933-936.
6. Ваньшин Ю.В. Минералы современного сернокислотного выветривания / Труды НИИ Геологии СГУ. Новая серия. - Саратов: ГосУНЦ Колледж. - 1999. Т.1. С. 173-179.
7. Ваньшин Ю.В. Влияние геохимических барьеров на формирование минеральных парагенезисов при сернокислотном выветривании / «Геохимические барьеры зоны гипергенеза» / под ред. Н.С. Касимова, А.Е. Воробьёва. - М.: МГУ. - 2002. С.139-153.
8. Ваньшин Ю.В. Неотектонические и минералогические критерии при обосновании размещения и функционирования полигонов подземного захоронения проточодов (на примере территории юго-востока Восточно-Европейской платформы). Дисс. на соискания уч. ст. доктора г.-м. наук. Саратов.2006. – 405с.
9. Геологические феномены Жирновского полигона учебной практики студентов СГУ им. Н.Г.Чернышевского / Ю.В.Ваньшин – Саратов: Изд-во «Научная книга» - 2008.- 152 с.
10. Гуцаки В.А., Ваньшин Ю.В. и др. Геология и вещественный состав рудопроявлений алюминия Поволжья. / В сб.: «Месторождение бокситов и их связь с выветриванием». Матер. Всес. Совец. «Коры выветривания и бокситы». - 2-4 июля 1981. г. Кустанай. - Алма-Ата: КазИМС. - 1983. - С. 182-192.
11. Михайлов Б.М. Хемалиты и их практическое значение. / Тез. докл. XIV

Всесоюз. совещ. «Глинистые минералы и породы, их использование в народном хозяйстве». - Новосибирск: СНИИГГ и МС, 1988. С. 61.

12. Трубина К.Н. Бокситоносные отложения Подмосковского бассейна // В кн.: «Бокситы их минералогия и генезис». – М.: АН СССР, 1958. С. 336-346.

13. Черкасов Г. Н. Геология, вещественный состав и генезис бокситов и гиббсит-аллофановых пород Западной Якутии и Прибайкалья // Литология и полезные ископаемые. - 1978, № 6. . С.17-28

14. Черкасов Г.Н. Геология, вещественный состав, генезис бокситов и гиббсит-аллофановых пород Западной Якутии и Прибайкалья // Литология и полезные ископаемые. - 1978. № 6. С. 120-127.

15. Чухров Ф.В., Бехрин С.И., Ермилова Л.П. и др. К вопросу об аллофанах // Изв. АН СССР, серия геологическая. - 1964, № 4.

### **РОЛЬ ВУЛКАНИЗМА В ОБРАЗОВАНИИ ГЛИЕЖА НА УГОЛЬНЫХ ОБЪЕКТАХ ЮЖНОГО ТЯНЬ-ШАНЯ**

*Шамшиев О.Ш.*

Институт горного дело и горных технологий Толобаева Н.

ОШский Технологический Университет Ждан А.В. ,

Кызылкийский институт природопользования и геотехнологии КГТУ им. И. Раззакова

Одним из приоритетных направлений в КР является горная отрасль, к которой относятся действующее горнорудное предприятие Кыргызстана. Горнорудные предприятия по производству ртути и сурьмы республики известны не только в СНГ, но и за ее пределами давно. Золото добывающая и цементное производство КР получили развитие после приобретения суверенитета нашей Республики. В настоящее время данные отрасли составляют преимущественную часть бюджета Кыргызстана. Если крупнейшие золоторудные месторождения известны по всему Кыргызстану и они почти все являются потенциально эксплуатируемыми в ближайшее 20-30 лет то цементно- производящие завод-гиганты в республике всего 2. Это Южно Кыргызстанский (Кызылкийский) и Араванский цементные заводы. Для обеспечения их без перерывной работы необходимо расширение прироста сырьевых запасов. Как известно технология получения цементной продукции ( в зависимости от качества) основана в совокупности комплекса горных пород накопителей и минералов. К ним относится известняк, кремний, минералы железа а так же глиеж. Известняк является основным составляющим. Отсутствие или же уменьшение любого наполнителя может привести изменению качества изготовленной продукции конечно не в хорошую сторону.

Отсутствие месторождений применяемых в качестве наполнителей может привести даже закрытию крупнейших заводов в связи низко и конкурентоспособностью на мировом рынке. Ярким примером подобного случая может служить закрытие Куvasайского цементного завода из-за отсутствия необходимых объектов месторождений глиежа и из-за их низких качеств.

В связи с вышеуказанным актуальным является всестороннее исследование месторождений глиежа, с целью выявления закономерности его развития, в пределах известных объектов и выявление новых месторождений.

Классические понятие глиежа- глины , обожженная при подземных пожарах в угольных пластах то есть измененная глина в результате термовлияния бурых углей. Примером о крупных месторождений глиежа является угольные месторождения Кызыл-Кия (геологический словарь «Недра» 1978 г.).

Его образование до настоящего времени связывали процессом спекания глин при

очень высоких температурах образовавших подземных угольных породах. Эти породы относят к эндогенным и связаны со способностью углей к само возгоранию при взаимодействии со свободным кислородом. Способность возгорания повышает от бурых углей к каменноугольным. Они зависят от структурно- текстурных особенностей угольного пласта, его нарушенности, глубины залегания и технологических систем разработки.

Они распространяются 100м. и более (до уровня грунтовых вод во время пожара).

Основной состав глиежа земляные шлаки порцеланит. Плотные фафоровидные породы. Главным составляющим для образования является глинистые породы более 50% .

Применение глиежа- как наполнитель для получения высококачественного силикатного цемента (портландцемент) 50% от основного состава. Кроме наполнителя, благодаря структурно-текстурным особенностям (полосчатость) изменению приятного от коричневого до розовато (с различными оттенками) цвета, а так же физико-механическим и декоративным свойствам (легкая полировка) некоторые глиежи применяются как поделочные камни (месторождения Ташкумыр ).

Твердость 5-6, на снятие 500-900 кг/см. Основной поисковый признак угольные месторождения Кавак, Ташкумыр, Кызылкия и Сулюкта. До настоящего времени нет информации в фондовой, опубликованных в литературе об установленных прогнозных запасах глиежа за исключением отрывочных данных по протяженности полосы выгорания 25 км., 6 км. (Минкуш, Кокмойнок) и мощности горных пород 50-75 м. Результаты геологических исследований последних лет (Ждан А.В., Шамшиев О.Ш., Толобаева Н.) в пределах буроугольных месторождений Кызылкия, Валакыш и другие свидетельствуют о наличии новых данных, на происхождение глиежа. К ним относятся: распространение глиежей в пределах отсутствия угольных пластов с которыми они обязаны по генезису. Несоответствие объема глиежей (если считать их продуктами преобразования в результате обжига при возгорании подземных углей). С наличием объема имеющихся пластов угля, отсутствием следов возгоравшихся углей, а также с собранием петрографических, технологических их свойств. Наряду с тем проведенные экспериментальные наблюдения (20 летние) за кирпичами (из неизмененных первичных пород) в зоне непосредственного контакта с взгоравшими углями не подтверждают по степени преобразования и минералого петрографическими ассоциациями глиежей. Наряду с тем выявленные нами в пределах исследуемого региона широкое распространение не эфузивных пород конседиментационных так и постседиментационных этапов образования над угленосными породами свидетельствуют об их главной роли при образовании глиежей. Они представлены в основном туфами и лавами кислого и среднего состава: липариты, трахиты, обсидианы. В зоне непосредственного контакта глиежей с лавами образованы естественные шлаки (аналогических металлургических) свидетельствующие о спекании в процессе высоких температур.

При исследовании углевмещающих и над угленосных пород Кызылкия, Араван, Учкоргон среди глин мергелей встречаются секущие дайки, которые являются жерлами вулканических структур трещинных излияний. Вулканические лавы подстилают практически во всех территориях распространения глиежей даже в зонах отсутствия угленосных толщ (Ждан А.В.).

Выясненная связь образования глиежей с вулканическими процессами образования может служить основой изменения традиционных взглядов и разработать новые поисково-оценочные критерии при оценке их прогнозирования.

#### **Литература**

1. Геологический словарь, Недра, 1978 г.
2. Ждан А.В. «Седиментационные структуры и рудные системы». Монография. 373

- с. 153-157с.
3. Ждан А.В., Толобаева Н, Шамшиев О.Ш. ст. Кызылкийское буроеугольное месторождение: к вопросу о глиежах или вулканитах научно-образовательном журнале «Инженер». с 137-140. Бишкек 9/2015

### ВОЗМОЖНЫЕ ТИПЫ ТЕРРИКОНОВ УГОЛЬНЫХ ШАХТ

*Воробьев А.Е.<sup>1</sup>, Джимиева Р.Б.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>РУДН, <sup>2</sup>СКГТУ, Россия

Специфика подземной добычи угля состоит в том, что на каждые 1000 т добытого угля на дневную поверхность извлекается и выбрасывается до 12 кг угольной и породной пыли, 50-570 тыс. м<sup>3</sup> метана, 7,5-15 тыс. м<sup>3</sup> углекислого газа, около 5,5 тыс. м<sup>3</sup> окислов, образующихся при взрывных работах, 1,5-9 тыс. м<sup>3</sup> шахтных вод, 200-800 т вмещающих пород [1].

В результате извлекаемая углелородная масса, имеющая различный гранулометрический состав (рис. 1), складывается в различного рода отвалы и терриконы.

Отвалы угледобывающих предприятий представлены терриконами, хребтовидными (в сумме 92%) и плоскими (8%) отвалами (рис. 2).

Терриконы и хребтовидные отвалы отсыплются около угольных шахт и обогатительных фабрик (они получают такую форму вследствие отсыпки горной массы прямо конвейером). А плоские отвалы зачастую располагаются около угольных разрезов.

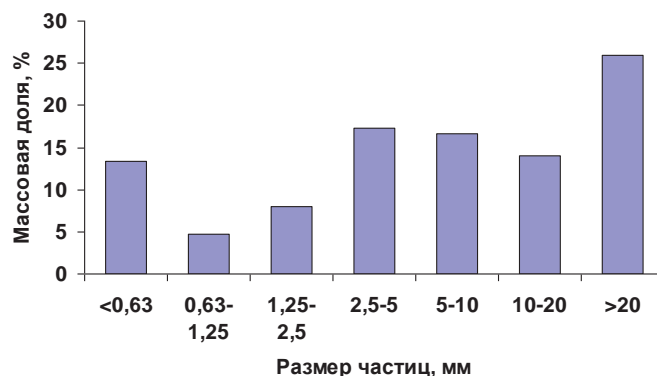


Рис. 1. Гранулометрический состав пробы отвальной горелой породы шахты «Ольховатская»

[<http://www.myshared.ru/slide/212140>]

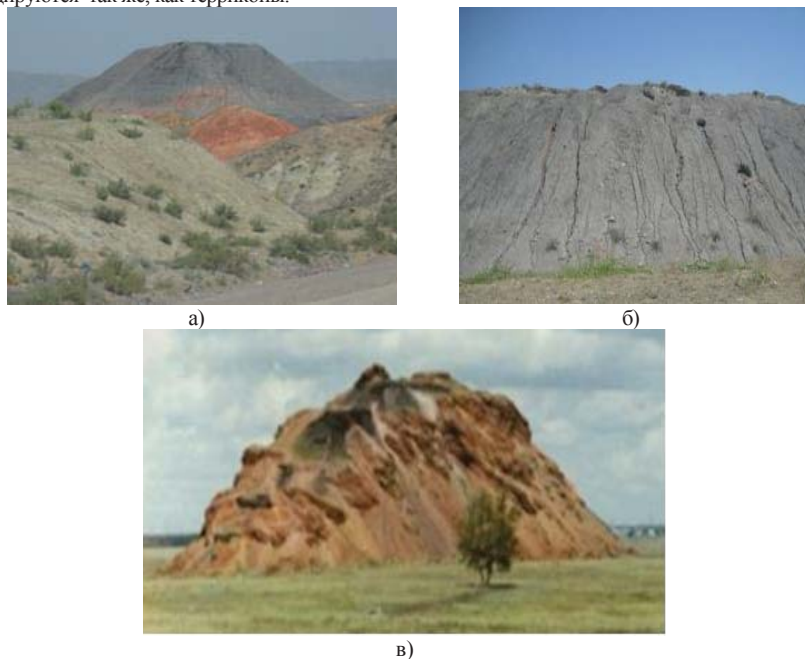
Нами были изучены терриконы, расположенные в пределах Кызылкийского буроеугольного месторождения, отсыпка которых была начата в 60-е годы и завершена в 80-90 годы XX века.

Отвалы Кызылкийского месторождения имеют различную геометрию и подразделяются на два типа:

1. Конические отвалы (терриконы) - высотой 60-70 м и объемом более 250000 м<sup>3</sup>. Они отсыпались на территории разрабатываемого месторождения вплоть до 1988 года.



2. Хребтовидные отвалы - высотой до 20-30 м, объемом более 200 000 м<sup>3</sup>, складированы так же, как терриконы.



**Рис. 2.** Типы отвалов:  
а) террикон; б) хребтовидный отвал; в) горелый отвал

Складирование терриконов, определяющее их последующую структуру, часто зависит от рельефа местности. С учетом горного рельефа местности большинство углеотходов Кызылкийского месторождения складировались на ближайших хребтах. В результате они в большинстве случаев имеют вид хребтовидных отвалов.

Сводная таблица основных показателей и характеристик терриконов и хребтовидных отвалов Кызылкийского бурогольного месторождения приведена в табл. 1.

Таблица 1  
Сводная таблица некоторых терриконов и хребтовидных отвалов Кызылкийского бурогольного месторождения

№ отв.	Тип отвала	Высота, м	Площадь основания, м <sup>2</sup>	Объем, тыс., м <sup>3</sup>	Время эксплуатации	
					начало	конец
1	Хребтовидный	20	1800	36	1960	1988
2	Террикон	60	16000	250	1960	1988
3	Хребтовидный	20 - 30	6000	200	1960	1988

В настоящее время наиболее предпочтительной формой складирования пустой породы признаны плоские отвалы. Данное обстоятельство обусловлено тем, что размещение плоского отвала может быть довольно четко спланировано с учетом направления преобладания ветров (западные и северо-западные), оптимальной освещенности (что важно при последующей его рекультивации), а также согласовано с имеющимся

рельефом местности.

Кроме этого у плоских отвалов по сравнению с терриконами и хребтовидными отвалами есть и другие преимущества [10]:

- 1) они гораздо реже подвергаются самовозгоранию;
- 2) их гораздо проще рекультивировать;
- 3) посредством их отсыпки можно осуществлять планировку (выравнивание) нагорных территорий, размещая их в первую очередь в естественных понижениях рельефа - оврагах, балках или депрессиях.

#### **Литература**

1. Потапов С.С., Паршина Н.В., Максимович Н.Г. Минералого-экологические последствия разработки угольных месторождений. Связь с геологическими условиями и способами добычи (на примере Челябинского и Кизеловского бассейнов) // Восьмые Всероссийские научные чтения памяти ильменского минералога В.О. Полякова. – Миасс: Имин УрО РАН, 2007. - С. 12-34.

2. Эффективность использования промышленных отходов в строительстве / под ред. Я.А. Рекитара. - М.: Стройиздат, 1978. -172 с.

Воробьев А.Е., Комащенко В.И., Дребенштедт К., Шамшиев О.Ш., Зубков В.Г. (Учебное пособие) Уголь: процессы глобализации и национальная безопасность. – М.: МИИР, 2006. – 264 с.

3. Воробьев А.Е., Лоцев Г.В. Подземная разработка угольных месторождений: Учебное пособие. – Ош (Кыргызстан), 2006. – 178 с.

4. Воробьев А.Е., Камчыбеков Д.К., Дребенштедт К. Угольная промышленность Кыргызстана: перспективы реструктуризации и развития. М., Аппарат Президента РФ. 2010. 287 с.

5. Воробьев А.Е., Нифадьев В.И., Лоцев Г.В., Кушеков К.К. Реструктуризация угольной промышленности. Бишкек. КРСУ. 2011. 706 с. (ISBN 978-9967-05-825-5)

6. Воробьев А.Е., Мозолькова А.В. Ресурсовоспроизводящие технологии в угольной промышленности // Горный информационно-аналитический бюллетень, № 10, 2005. – С. 168-170.

7. Воробьев А.Е., Камчыбеков Д.К., Ибройева Л. Сырьевая база угольной отрасли Кыргызстана // Вестник ЗабГК №3. 2010. С. 23-28.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ПОИСКОВО-РАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ НА ТЕРМОМИНЕРАЛЬНЫЕ ВОДЫ ЧУКОТКИ**

*Рузанов В.Т.*

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт им. Н.А. Шило Дальневосточного отделения Российской академии наук, г. Анадырь, Российская Федерация

В Чукотском автономном округе термальные воды установлены не только на Чукотском полуострове – основном «термоминеральном» районе Чукотки, где выявлено 52 источника или групп источников [1, 3-7], но и за его пределами – в Анадырской и Хатырской впадинах при бурении глубоких скважин на нефть и газ [2].

Территория Чукотки относится к зоне сплошного распространения многолетнемерзлых пород, сквозные талики установлены под многочисленными речками и ручьями, озёрами. Для Чукотского п-ова своеобразными таликовыми зонами являются также участки выходов гидротерм.

Первое краткое описание термальных источников Чукотского полуострова приводится в материалах Северо-Восточной экспедиции Биллингса-Сарычева (1785-1795 гг.). В 1935-1937 гг. некоторые источники полуострова описали Головачев,

Никольский, Рабкин, Швецов [1, 3, 4]. В 1950-1970 гг. материалы новых и ранее проведенных исследований были систематизированы в отдельных статьях и монографиях [1, 3, 4, 6]. Из последних опубликованных работ, после 2000 г., следует отметить работу Е.А. Вакина «Высокотемпературные гидротермы Чукотки» [7], а также [5], где впервые приведено наибольшее количество источников – 52 (ранее их считалось от 9 до 18). В 2004 г. отряд ФГУГП «Георегион» обследовал, в том числе, в гидрохимическом отношении, около 45 источников в Провиденском и Чукотском районах, т.е. на Чукотском п-ове (А.Н. Киевский).

Специальные гидрогеологические поисково-разведочные работы, с бурением скважин глубиной до 200 м, выполнялись только на Восточной Чукотке, на четырёх участках выходов гидротерм: Мечигменских (Гильмимлинейских), Чаплинских (Ульхумских), Дежнёвских, Лоринских (Кукунских). Буровые работы на первых трёх объектах проведены экспедициями Севостгеологии (Завгородний, отчёт 1960; Фейгин, 1968; Карасёва, 1976). На Лоринских ключах в 1984-1986 гг. Восточно-Чукотской экспедицией СВПГО проведены 3-летние режимные гидрогеологические наблюдения за температурой, расходом, химическим составом воды, но без бурения скважин (Карасёва, 1986). В результате этих специальных работ установлена высокая потенциальная значимость данных гидротерм для народного хозяйства (теплоснабжение, лечение, рекреация, парники и др.). Лоринские и Чаплинские «горячие ключи» с 1950-х годов в небольшой степени использовались местным и приезжим населением (отдых, купальни, теплицы).

В 2002-2005 гг., фирмами из Исландии, для теплоснабжения села Лорино, было пробурено несколько скважин глубиной до 200 м. В результате работ исландцев установлено, что с глубиной температурный градиент фактически равен нулю, и температура на глубине 200м (61°C) равна таковой на выходе. Вариант более глубокого бурения был отложен.

Выводы. В целом потенциальная перспективность гидротерм Чукотского п-ова для различного применения не вызывает сомнений. Наиболее перспективными для использования следует считать Лоринские, Чаплинские, Дежневские термы с температурой воды 61-97 °С и суммарным дебитом 16-80 л/с. Мечигменские и Нешканские источники, несмотря на их высокие геотермические и потенциально лечебные показатели, в ближайшей перспективе использовать нецелесообразно.

#### **Литература**

1. Гидрогеология СССР. Т. XXVI. Северо-Восток СССР. Северо-Восточное территориальное геологическое управление. Ред. О.Н. Толстихин. М.: Недра, 1972. – 297 с.
2. Глотов В.Е. Гидрогеология осадочных бассейнов Северо-Востока России / В.Е. Глотов ; Рос. акад. наук, Дальневост. отд-ние, Сев.-Вост. комплекс. НИИ. – Магадан : Кордис, 2009. – 232 с.
3. Завгородний В.Ф. О типизации и условиях формирования термоминеральных вод Восточной Чукотки // Кольма. 1962, № 3. – С. 17-20.
4. Калабин А.И. Вечная мерзлота и гидрогеология Северо-Востока СССР. Тр. ВНИИ-1, т. XVIII. –Магадан, 1960. – 471с.
5. Рузанов В.Т. Минеральные воды Чукотки – природные памятники Берингии // Ориентиры развития Берингии в XXI веке. – Магадан: ЧФ СВКНИИ ДВО РАН, 2004. – С. 76-86.
6. Экосистемы термальных источников Чукотского полуострова
7. [http://www.kscnet.ru/ivs/publication/volc\\_day/2003/art7.pdf](http://www.kscnet.ru/ivs/publication/volc_day/2003/art7.pdf).
8. Воробьев А.Е., Шамшиев О.Ш., Мадаева М.З. Структурно-петрографические свойства горных пород высокогорных территорий и особенности загрязнения подземных вод. Монография. Бишкек (Кыргызстан). ИЦ «Текник». 2013. 176 с.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ПОИСКОВО-РАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ НА ТЕРМАЛЬНЫЕ ВОДЫ В ЖАРКЕНТСКОМ АРТЕЗИАНСКОМ БАСЕЙНЕ ИЛИЙСКОЙ ВПАДИНЫ

*Калитов Д.К.<sup>1</sup>, Завалей В.А.<sup>2</sup>, Калитова Л.К.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>ТОО «Производственная компания «Геотерм», г.Алматы, Казахстан

<sup>2</sup>Казахский национальный технический университет им.К.И.Сатпаева, г.Алматы, Казахстан

Термальные воды представляют собой ценнейшее полезное ископаемое, позволяющее, при сравнительно невысоких затратах, использовать их в качестве постоянного источника тепловых ресурсов, технологических вод промышленных предприятий, бальнеологических вод и пр.

Пригодность теплоэнергетических вод как источников тепла определяется главным образом температурой, однако большое значение для практического их использования имеет также химический состав, агрессивные свойства, интенсивность процессов солеотложения и возможные пути сброса отработанных вод.

Наибольшим распространением на территории Казахстана пользуются водонапорные системы пластового типа, развитые в платформенных областях, межгорных впадинах и краевых прогибах. Подземные воды здесь формируются в краевых частях бассейнов и, проникая на большие глубины, приобретают высокую температуру.

Основными требованиями к возможности эффективного использования термальных вод являются: температура воды не ниже 35-40°C; сравнительно небольшая глубина залегания (до 1500-3000м); достаточно высокий геотермический градиент (более 2,5-3°C на 100м); высокие напоры подземных вод; невысокая минерализация воды (до 10-15г/л); значительные удельные дебиты скважин (более 0,2-0,3л/с); высокая водопроницаемость коллекторов (не менее 10-20м<sup>2</sup>/сут); наличие достаточно крупного потребителя.

Ограниченность перспектив использования термальных вод определяется либо тем, что термальные воды (от пресных до солёных) имеют температуру не выше 35-40°C, либо тем, что самоизливающиеся высоко нагретые воды имеют высокую минерализацию, вплоть до крепких рассолов.

В Казахстане, начиная с середины прошлого века, проведены комплексные научно-исследовательские и геологоразведочные работы, с целью определения наиболее перспективных регионов для использования геотермальной энергии. Все без исключения исследователи отмечали, что наиболее перспективным для такого первоочередного пилотного освоения, с учетом совокупности всех факторов, является Жаркентский артезианский бассейн в Алматинской области.

Основные факторы, подтверждающие целесообразность освоения геотермальных ресурсов Жаркентского бассейна, сводятся к следующему.

Рассматриваемый регион относится к территории развития специальной экономической зоны «Хоргос — Восточные ворота» организуемой в соответствии с ключевыми направлениями Стратегического плана развития Республики Казахстан.

Здесь проложена новая железнодорожная магистраль, строятся улучшенные автомобильные дороги, создается крупный теплично-парниковый комплекс, создается комплекс по интенсивному рыборазведению на термальных водах, возводится санаторно-оздоровительный комплекс. Это всё потенциальные потребители тепловой и электрической энергии, которая может быть получена за счет гидроэнергетических ресурсов.

Ране проведенные исследования показали, что Жаркентский бассейн обладает уникальными для Казахстана геотермальными условиями. Воды высоконапорные,

пъезометрические уровни выше поверхности земли на 70-360м, расходы скважин на самоизливе достигают 22-60л/с. Минерализация воды при гидрокарбонатно-сульфатном и хлоридно-гидрокарбонатном натриевом составе менее 1 г/л (что само по себе при таких глубинах залегания является уникальным фактором, позволяющим использовать эти воды для любых целей без какой-либо подготовки). Температура воды на устье скважин доходит до 99°C. В наиболее погруженных частях впадины температура воды ожидается до 125°C. Эти термальные воды пригодны для централизованного теплоснабжения, а с учетом существующих в скважинах больших напорах и расходах – для выработки электроэнергии.

Наличие огромных запасов геотермальной энергии подтверждено бурением, опробованием и эксплуатацией целого ряда скважин, глубиной до 2800м, вскрывших наиболее перспективный меловой термоводоносный горизонт. Термальные воды скважин 1ТП и 2ТП успешно используются в течение 25 лет для отопления и бальнеолечения санатория и поселка Керимагаш, а также для функционирования тепличных хозяйств. Пробуренная в 50-е годы скважина 1Г дала фонтан пресной термальной воды с дебитом 46л/с с избыточным давлением над поверхностью земли 360м и температурой 96°C. Планируемая расконсервация этой скважины позволит подтвердить этот уникальный результат и использовать при ее эксплуатации полученную тепловую энергию. Из скважины 1РТ был получен водопроток пресных термальных вод с дебитом 24,3дм<sup>3</sup>/с, пъезометрический уровень установился на отметке 250м выше поверхности земли. Температура воды на изливе, замеренная при проведении опытно-фильтрационных работ составила 99°C.

Естественные запасы геотермальных вод по Жаркентскому бассейну оценены по ранее проведенным исследованиям для температурных зон 40-75°C, 75-100°C и свыше 100°C. Запасы низкопотенциальных гидрогеотермальных ресурсов составляют 7,0 млрд.м<sup>3</sup> по воде и 400 млн. Гкал по теплу (57 млн. тонн условного топлива). Для средне- и высокопотенциальных гидрогеотермальных ресурсов естественные запасы оцениваются, соответственно: по воде в 16 и 32 млрд.м<sup>3</sup> и по теплу в 1360 и 3515 млн. Гкал (195 и 502 млн. тонн условного топлива).

Реализация проектов, направленных на проведение разведочных работ, сопровождающихся бурением разведочно-эксплуатационных скважин и расконсервации и опробованием ранее пробуренных скважин, вместе с уже имеющимися скважинами, позволит оценить эксплуатационные запасы крупнейшего месторождения теплоэнергетических подземных вод площадью около 25км<sup>2</sup>, состоящего из 25-30 компактно расположенных высокодебитных термальных скважин с суммарной производительностью всего водозабора около 1,5-2,0м<sup>3</sup>/с пресной термальной воды температурой не менее 95-100°C. Эксплуатационные запасы термальных вод мелового термоводоносного комплекса будут обеспечены естественными ресурсами, рассчитываемыми в количестве 2,7 м<sup>3</sup>/с.

Таким образом, реализация дальнейших проектов на проведение поисково-разведочных работ на геотермальные воды в Жаркентском бассейне в Алматинской области позволит решить следующие задачи:

- оценить эксплуатационные запасы (с учетом результатов ранее проведенных исследований и использованием метода математического моделирования) крупнейшего месторождения теплоэнергетических подземных вод площадью около 25км<sup>2</sup>, состоящего из 25-30 компактно расположенных высокодебитных эксплуатационных термальных скважин с расчетной суммарной производительностью всего водозабора около 1,5-2,0м<sup>3</sup>/с пресной термальной воды температурой не менее 95-100°C;

- учитывая уникальное качество пресных термальных подземных вод Жаркентского бассейна разработать и реализовать схему комплексного безотходного и экологически безупречного их использования, начиная с выработки электроэнергии с дальнейшим съемом тепла для целей отопления и теплофикации, технологического и

бытового горячего водоснабжения, интенсивного рыборазведения и использования охлажденной воды для орошения земель;

- показать пример широкого использования в развивающемся регионе специальной экономической зоны «Хоргос - Восточные ворота» нетрадиционных источников энергии, которыми являются термальные подземные воды, что согласуется с указаниями Президента Республики Казахстан Н. Назарбаева о широком внедрении ресурсосберегающих технологий, инструментов «зеленой экономики» - главными составляющими индустриальной политики нашего государства на ближайшие десятилетия.

### **ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА КОНЦЕНТРАЦИЮ ТЯЖЕЛЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И РТУТИ В РЕКАХ ФЕРГАНСКОЙ ДОЛИНЫ**

*Абдурахмонов Г.А.*

Кызыл-Кийский институт природопользования и геотехнологии КГТУ им.И.Разакова

Ферганский ртутно-сурьмяный пояс обрамляет долинную часть одноименного региона. История добычи и переработки ртути и сурьмы в долине насчитывает свыше тысячи лет. Современная добыча и переработка в промышленном объеме началось с 1941 года. Влияние добычи и переработки тяжелых металлов в регионе на окружающую среду существенная. Основным способом миграции металлов является перенос водными потоками, реками, которые могут осуществляться несколькими путями:

- в виде истинного и коллоидного раствора
- в составе механической взвеси как в виде самостоятельных соединений ртути, так и в качестве механической и изоморфной примеси к терригенным и карбонатным минералам или в сорбированном виде

- в металлорганических комплексах
- в составе влекомого грубозернистого материала

Миграционная способность тяжелых элементов, в том числе и ртути зависит от следующих факторов:

- индивидуальных свойств данного элемента и внешних физико-химических факторов, условий среды

- внешними факторами, определяющими миграционную способность химических элементов (ртути) является среднегодовая температура и пределы ее колебаний, влажность воздуха, гумидные или аридные условия выветривания, характер растительности, петрографический состав пород и геоморфология области сноса, формы переноса.

В регионе основным загрязняющим тяжелым металлом является ртуть. Благодаря своим физико-химическим свойствам, при прочих равных условиях ртуть обладает низкой миграционной способностью, поэтому для него характерны механические ореолы и потоки рассеяния. В простейшем случае ореол рассеяния образуется вокруг месторождения за счет равномерной миграции. В горной местности миграция идет преимущественно в одном направлении, как в растворенном состоянии, так и в виде взвешенных частиц водотоков. Использование речных осадков, в частности твердого стока для определения геохимического фона водосборной площади позволяет снизить стоимость работ по исследованию, в активно дренируемых горных районах твердый сток различных водных потоков представляет собой «среднюю пробу» горных пород, находящихся в районе водосбора. Пробы речных осадков могут характеризовать геохимический фон и пороговые значения площади водосбора соответствующей реки.

Границы площадей, имеющих свои геохимические фоны и пороговые значения,

которые определены по речным осадкам каждой реки, будут проходить по водораздельным частям и их легко можно определить, как по карте, так и на местности.

А.А.Сауков на основе изучения ртутных месторождений отмечает, что гидротермальные растворы вследствие упругости паров ртути при температурах гидротерм сопровождалась ртутной атмосферой, из-за чего околорудная часть вмещающих пород вполне может быть заражена ртутью, что не может сказаться на концентрации ртути в твердом стоке рек.

Интенсивность миграции ртути в большей степени зависит от ее минерального вида на месторождениях или проявлениях ртути.

В большинстве сульфидных месторождений региона ртуть представлен киноварью, хотя минерал устойчив химическому выветриванию, она довольно легко поддается механическому воздействию в силу своей малой твердости. Механические взвеси в водных потоках «выбивают» минералы с низкой твердостью (киноварь, каломель, монтроидит, эггстонит, тиманнит и др.) и они переходят во взвешенное состояние, при наличии минералов в водосборной площади рек твердый сток будет обогащаться ртутью.

Влияние литологического фактора на концентрацию ртути в речных осадках более или менее постоянен и его можно учесть по степени изученности площади водосбора рек.

Металлы и их соединения из твердого состояния в жидкую переходят в зависимости от щелочности и кислотности среды. По данным Н.С.Скибы ртуть в водах рек Исфары и Сох на площади которых расположены месторождения и рудопроявления ртути, не обнаруживается, в то же время во взвесах этих рек концентрация ртути достигает иногда до 3 знака, поэтому по отношению ртути трудно допустить обогащение взвеси ртутью могло происходить за счет растворения ее соединений при изменении щелочности или кислотности речной воды, исходя из этого гидрогеологический фактор должен оказывать весьма небольшое влияние на концентрацию ртути в твердом стоке рек.

Так как месторождения ртути расположены в горной местности, в зависимости от уклона русла водного потока сильно меняется энергия потока. Тонкие частицы не задерживаются на активном русле водного потока.

На склонах гор где интенсивность денудации высокая происходит сильное перемешивание всего того, что мог захватить поток создавая благоприятные условия для извлечения ртути и ее соединений из коренных пород. Минеральные частицы ртути и других ее соединений будут быстрее перетираться из-за волочения по дну русла и частого удара с окружающими частицами, из-за чего также увеличивается концентрация ртути в механической взвеси.

Из вышесказанного следует, что рельеф местности сильно влияет на концентрацию ртути и других элементов в твердом стоке рек и речных осадках. Для ртутно-сурьмяных месторождений Средней Азии характерно сильно пресеченный рельеф, который влияет на интенсивность миграции.

Влияние рельефа местности (геоморфологии), гидрогеологического фактора и литологии в определенной степени постоянное в отличие от климатического, который со временем меняется. Распределение механической взвеси в течении года в одной и той же реке крайне неравномерна. Реки имеют дождевое, ледниковое, снеговое и подземное питание. Дождевое и снеговое питание формируются за счет выпадающих в водосборах твердых и жидких осадков и поэтому представляет собой генетически различные источники питания. Подземные и ледниковые воды являются более или менее постоянно действующим фактором. Реки с дождевым питанием имеют сильно изменяющийся как во времени, так и в пространстве расход взвешенных частиц, который сильно влияет на содержание ртути и других элементов в минеральных взвесах, это относится и к снеговому питанию. Реки с ледниковым и подземным

питанием имеет более или менее постоянный сток, что влияет на стабильное содержание ртути и других элементов в твердом стоке в течении года. В формировании стока рек региона, Ферганской долины участвуют различные источники питания, например, реки Сох, Исфара относится преимущественно к ледниковому; Зеравшан, Вахш, Кызыл-Су, к снегово-ледниковому; Нарын, Ягноб, Шахмардан к снеговому; Ширабад-Дарья, Гузар-Дарья к снего-дождевому; Шахристан-Сай к подземному питанию.

В зависимости от времени года интенсивность влияния каждого источника на геохимический фон меняется.

### **ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ, СВЯЗАННЫЕ С ФОРМИРОВАНИЕМ СЕРОВОДОРОДНЫХ ВОД ПО ЮЖНОМУ БОРТУ ФЕРГАНСКОЙ ВПАДИНЫ**

*Жураев М.Р.<sup>1</sup>, Агзамова И.А.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Институт гидрогеологии и инженерной геологии Государственного комитета по геологии и минеральным ресурсам республики Узбекистан, 100041, Узбекистан, Ташкент, ул. Олимлар, 64

<sup>2</sup>Ташкентский государственный технический университет, Ташкент

В практике здравоохранения роль минеральных вод, как важного лечебного и профилактического воздействия на организм человека неуклонно возрастает. Одно из ведущих мест среди минеральных вод занимают сероводородные [3]. В 1950-1960 гг. были проведены геологоразведочные работы с целью поиска нефтяных месторождений в палеогеновых толщах южной части Ферганской впадины. Попутно были обнаружены сероводородные воды в некоторых скважинах на антиклинальных структурах Чонгара, Чимион, Северный Сох, Андижан, Палванташ, Ходжаабад и Южный Аламышик. Анализ и обобщение геолого-геофизических работ дает возможность для изучения формирования сероводородных вод.

Области распространения сероводородных вод обычно приурочены к нефтегазоносным (или перспективным на нефть) бассейнам платформенных и складчатых областей, в разрезе которых развиты эвапоритовые отложения. Наибольшее количество сероводородов наблюдается в водах открытых и разрушающихся нефтяных месторождений, т.е. там, где имеется связь с поверхностными водами [2].

Закономерная связь распространения сероводородных вод с сульфатсодержащими и нефтегазоносными осадочными комплексами определяет главнейшие поисковые критерии на сероводородные воды и выделение перспективных областей. Среди природных факторов и условий решающее значение в процессе формирования сероводородных вод имеют следующие: 1) литолого-фациальный состав водовмещающих пород (прежде всего наличие сульфатсодержащих отложений) и нефтегазоносность осадочной толщи; 2) геоструктурные условия; 3) гидрогеохимическая обстановка; 4) гидродинамические и геотермические условия. Ниже рассмотрены и проанализированы геоструктурные и гидродинамические факторы, связанные с формированием сероводородных вод, по результатам геофизических исследований на южном борту Ферганской впадины. Ферганская впадина ограничена с юга Туркестанским хребтом, с юго-востока – Алайским и с востока – Ферганским хребтом.

Ферганская межгорная впадина по структурно-тектоническому строению разделяется на три части: южный борт, северный борт и центральный грабен. По сейсмическим работам нефтяников составлена детальная структурная карта по кровле известняков туркестанских слоев палеогена Ферганской впадины. По проведенным электроразведочным работам методом ВЭЗ (вертикальное электрическое



зондирование.) с целью поисков залежей нефти в юго-восточной части Ферганской впадины был проведен анализ для выявления гидродинамической составляющей подземных вод, так как профили ВЭЗ расположены между областью питания и изучаемыми нефтяными месторождениями.

По структурной карте видно, что нефтяные месторождения Палванташ, Андижан, Ходжабад и Южный Аламышик, в которых обнаружены сероводородные воды, составляют асимметричную антиклинальную выдвинутую складчатую структуру. В каждой структуре проходит продольный тектонический разлом, благодаря которому происходят взбросо-надвиговые нарушения, т.е. наблюдается смещение водоносного слоя. Изучаемый продуктивный нефтеносный пласт, где обнаружены сероводородные воды, залегает на глубине от 800 до 1200м. К северу глубина залегания понижается от 2500 до 4000м. Область питания находится на юге Алайского хребта. Расстояние между областью питания и изучаемой антиклинальной структурой составляет 15-20 км с крутого склона.

Первичные материалы интерпретированы и составлены разрезы: физико-геологические и кажущегося сопротивления. Составленные разрезы проанализированы по профилю VIa. По теории электроразведки, кажущееся сопротивление в относительно водопроницаемых породах увеличивается, а в водоупорных породах или толщах, содержащих высокоминерализованные воды и рассолы, уменьшается до незначительных величин. Кажущееся сопротивление водовмещающих пород (нерасчлененные толщи палеогена и неогена, нерасчлененные толщи палеогена, мела, юры и толщи палеозоя) в физико-геологическом разрезе и разрезе кажущегося сопротивления достигают больших величин (80-100 Ом.м) между областью питания и тектоническим нарушением антиклинальной структуры. От тектонического нарушения к северу, кажущееся сопротивление уменьшается до незначительных величин (2-5 Ом.м). В интервале 10 км от тектонического нарушения до конца разреза (пк 454) наблюдаются пониженные кажущиеся сопротивления водовмещающей породы. Вследствие тектонического нарушения район исследования разделен на два участка по степени водопроницаемости пород. В разрезе южная часть имеет сильную, а северная слабую водопроницаемость. Выявленная обстановка повторяется в остальных разрезах кажущегося сопротивления (пр VIa, VIIa, IX, XIV), пересекающих антиклинальные структуры Палванташ, Андижан, Ходжабад и Южный Аламышик.

Все элементы структур выявлены методом сейсморазведки и создают возможность формирования сероводородных вод в этом регионе. За счет выявленных продольных тектонических нарушений происходят гидродинамические процессы, и инфильтрационные воды просачиваются до нефтеносных горизонтов. Экспериментально установлено, что в процессе инфильтрационного водообмена в течение длительного геологического времени растворенный свободный кислород проникает на значительные глубины (до 2 км и более) и распространяется по проницаемым пластам на расстояния до десятков километров [1]. В нефтеносных месторождениях, где формируются сероводородные воды, продуктивный горизонт залегает близко к поверхности земли, что обеспечивает его кислородом и усиливает процесс сульфатредукции за счет проникновения инфильтрационных вод через тектонические разломы.

Изучено происхождение гидродинамического процесса в южном борте Ферганской впадины по данным метода ВЭЗ. Гидравлическое давление в водоносной толще южной части формируется за счет крутого склона и близкорасположенной области питания. Палеозойские и мел-юрские пластовые воды разгружаются вверх, и установлено замедление водообменного процесса в присводовой части северного крыла структуры. В результате возбуждаются микробы (органические вещества) в нефтяной толще, т.е. происходят сульфатредуцирующие процессы, и как следствие формируются сероводородные воды палеогена. Сопротивления водовмещающих пород на физико-

геологическом разрезе и в разрезе кажущихся сопротивлений имеют незначительные величины (2-5 Ом.м) на отрезке между тектоническим нарушением и до конца разреза, что характерно для пород с повышенной глинистостью, это не способствует образованию гидравлического давления. Сопоставленные разрезы кажущегося сопротивления показывают как экран (пр VIa, VIIa, IX, XIV) осуществление гидродинамических процессов по южному борту Ферганской впадины.

#### **Литература**

1. Германов А.И. Кислород подземных вод и его геологическое значение // Известия АН СССР. Сер. Геология. 1955. Вып.6. С. 70 – 81.
2. Иванов В.В. Сульфидные воды СССР. М.: 1-я типография Профиздата, 1977. 257 с.
3. Воробьев А.Е., Чекушина Е.В., Роман А.Т. Научные основы эволюции подземных газоносных вод: образование, месторождения, гидрогеологические бассейны. М., РУДН. 2012. 311 с.

### **ОСОБЕННОСТИ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ СОДЕРЖАНИЯ ПЕСКА В ПОЙМЕННЫХ ГЕНЕРАЦИЯХ ВЕРХНЕЙ КАМЫ\***

*Назаров Н.Н., Копытов С.В., Фролова И.В.*

Пермский государственный национальный исследовательский университет, г. Пермь,  
Российская Федерация

Как показывает вся история строительства газо- и нефтепроводов, железнодорожных и автомобильных магистралей в районах пионерного освоения, одной из самых востребованных отраслей производства в них, является добыча песка и песчано-гравийной смеси для строительных целей. Для Пермского края такой территорией сегодня является его северо-западная слабообжитая часть, через которую пройдет железнодорожная магистраль «Белкомур» (Белое море–Коми–Урал), что станет важнейшим шагом в формировании современной, эффективной логистической системы российского Севера, в реализации стратегии развития Арктической зоны РФ.

Долина верхнего участка Камы является наиболее реальным поставщиком песчано-гравийных материалов (ПГМ) для строительства пермского участка магистрали. Здесь в районе пос. Гайны (ниже устья р. Весляны) в 50-х годах прошлого века были выделены проявления песчано-гравийных отложений [1]. В эту группу вошли 5 месторождений. В строении аллювия здесь преобладают пески. Выход гравия низкий и составляет в среднем 11-17 %. Мощность аллювия, сложенного песчано-гравийными отложениями в русле и пойме, варьирует, местами выклинивается, в среднем составляет от 2,5 до 3,5 м, перекрывающих их песков – около 2,5 м. В настоящий момент месторождения не являются учтенными Территориальным балансом.

Как известно, в практике геологической разведки запасов аллювиальных ПГМ обычно различают русловые и пойменные месторождения. Пойменные карьеры разрабатываются на сформировавшейся пойме, они могут соединяться с руслом или быть изолированным от него. Важной характеристикой пойменного карьера является его удаленность от основного русла. Обычно они разрабатываются в непосредственной близости к нему, где песчано-гравийный материал более качественный, а мощность пойменных осадков небольшая. Удаление карьера от бровки поймы определяется его глубиной, зависит от типа русла и интенсивности горизонтальных деформаций. По

---

\* Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ (№ 13-05-41281).

оценкам специалистов минимальное удаление пойменного карьера от прямолинейного или слабоизвилистого русла не должно быть меньше 10-кратной глубины карьера [2].

Если об особенностях распространения и концентрации руслового материала на верхней Каме уже имеются определенные наработки [3], то относительно признаков распространения и дифференциации запасов ПГМ в пределах поймы информации явно не достаточно. Попытка исправить такое положение была предпринята в процессе геоморфологического изучения поймы Камы на участке от п. Бондюг до устья р. Вишеры.

В качестве операционной территориальной единицы, в пределах которой проводился комплекс палеогеографических исследований рельефа и отложений поймы (в рамках гранта РФФИ), использовалась пойменная генерация (ПГ) – группа элементарных геосистем, сформировавшихся в определенный период голоцена и отличающихся от других ПГ набором микроформ, характером растительности, степенью увлажнения и некоторыми другими особенностями состояния природных компонентов. Поскольку выделение разновозрастных ПГ производилось с помощью дистанционных методов, приемы, которыми приходилось руководствоваться при их вычленении, включали анализ геометрических характеристик (рисунка) объектов, оптических свойств и структуры изображения на аэро- и космоснимках, а границы между соседними геосистемами проводились по линии наибольшего контраста признаков, задействованных при дешифрировании [4, 5]. Относительный возраст ПГ определялся ее местом (номером) в ряду разновозрастных генераций – от самой молодой первой (ПГ1), до более древних – второй (ПГ2), третьей (ПГ3), четвертой (ПГ4) и т.д. Всего было выделено шесть ПГ.

Анализ и описание слоистости пойменных отложений в обнажениях береговых уступов выявил ряд особенностей расположения и концентрации в разрезе русловой фации, а также мощности наилка, старичных илов (алевритов) и торфов. Было установлено, что максимальная концентрация русловой фации (песка) в разрезе более 90 % присутствует в толщах ПГ1 и ПГ2. В более «древних» ПГ (ПГ3 – ПГ6) ситуация не однородна и может кардинально меняться от разреза к разрезу. В ПГ3 средняя мощность песка (мелкого и среднего) в исследованных обнажениях составляет 2,6 %, в ПГ4 (песка мелкого) – 4,6 %, ПГ5 (песка мелкого и среднего) – 13,1 %, ПГ6 (песка среднего) – 3,8 %.

#### **Литература**

1. Лунев Б.С., Кропачев А.М. Месторождения песка, гравия и глин в Пермской области. Пермь: Пермское книжное издательство, 1959. 147 с.
2. Беркович К.М., Злотина Л.В., Турькин Л.А. Природно-ориентированные подходы к добыче аллювиальных строительных материалов из речных русел и пойм // Вестн. Удм. ун-та. 2012. Вып.3. С. 119-126.
3. Наумова О.Б. Атлас форм рельефа: Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 2001. Т. 3. Формы рельефа Прикамья. 316 с.
4. Чернов А.В. География и геоэкологическое состояние русел и пойм рек Северной Евразии. М.: Корона, 2009. 684 с.
5. Назаров Н.Н., Копытов С.В., Чернов А.В. Пространственно-временные особенности формирования разновозрастных генераций поймы Верхней Камы // Географический вестник. 2014. № 4. С. 4-7.

**PREDICTION THE PENETRATION RATE OF TUNNEL BORING MACHINE  
USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORK**

*Sadegh Khoshlesan, Ramin Doostmohammadi*

Department of Mining Engineering, University of Zanjan, Zanjan, Iran

**ABSTRACT**

Nowadays, the increasing use of underground transportation, new roads and long tunnels has led to extend tunnel boring machine (TBM). According to the literature reviews, it is conceived that the instantaneous use of drilling machine characteristics and mechanical parameters of rock mass can be focused to predict the TBM penetration rate in future studies. This paper tries to examine the ability of neural network to predict the penetration rate of TBM using rock type, uniaxial compressive strength, disk diameter and force as independent parameters. Quartz content as an important parameter in the abrasion of cutting disks has been added to input parameters. This data includes real data collected from 115 different tunnels that have been published previously. The correlation coefficient of network (0.819%) can reflect the efficiency of the mentioned method in prediction the TBM prediction.

**Keywords:** Tunnel boring machine (TBM); Penetration rate; Artificial neural network.

**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ МАРКШЕЙДЕРСКИХ СЛУЖБ ГОРНЫХ  
ПРЕДПРИЯТИЙ КАЗАХСТАНА: ПЕРСПЕКТИВА РАЗВИТИЯ  
ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПОДГОТОВКИ КАДРОВ**

*Низаметдинов Ф.К., Долгоносков В.Н., Низаметдинов Н.Ф., Низаметдинов Р.Ф.,  
Идрисов К.В.*

Карагандинский государственный технический университет

В настоящее время в Республике Казахстан идет бурное развитие горнорудной и нефтегазовой промышленности. Осваиваются новые месторождения и дорабатываются существующие с внедрением прогрессивных технологий разработки и высокопроизводительной зарубежной техники. Сегодня в разработке месторождений полезных ископаемых принимают участие более 50 горнорудных компаний, среди них крупными являются ТОО «Корпорация Казахмыс», ведущая добычу и переработку медной руды, АО «ССГПО» - железной руды, АО «Миттал Стил Темиртау», АО «Шубарколь комир» - угля, ТОО «Алтынтау Кокшетау», АО «Варваринское» - золота и др. На этих предприятиях ведущая роль отводится маркшейдерской службе, которая занимается обеспечением проектных технических решений при разработке месторождений.

В маркшейдерских отделах этих предприятий работают свыше 1000 маркшейдеров и маркшейдерских рабочих (табл. 1). В крупных маркшейдерских службах, таких как ТОО «Корпорация Казахмыс», работают 256 человек, АО «ССГПО» - 114 человек, угольный департамент АО «Арселор Миттал Темиртау» - 71 человек, в средних: ТОО «Казфосфат» - 25 человек, ТОО «Алтынтау Кокшетау» - 15 человек, РУ «Казмарганец» - 17 человек, АО «Шубарколь комир» - 16 человек, АО «Жайремский ГОК» - 10 человек, остальные предприятия имеют до 5 человек. Все имеют базовое образование по специальности «Маркшейдерское дело» как по пятилетней программе подготовки, так и четырехлетней. Маркшейдерские службы оснащены современным

оборудованием: электронными тахеометрами, цифровыми нивелирами, глобальными спутниковыми системами (GPS), лазерными рулетками, отдельные имеют 3D сканеры и геоинформационные системы: SURPAC, AutoCAD, GEMS, DATAMINE. Наличие современного оборудования позволяет маркшейдерской службе вести полевые и камеральные работы на качественно новом уровне с изготовлением планов и разрезов в цифровом виде.

Однако, несмотря на имеющиеся успехи маркшейдерских служб, следует обратить внимание на существующие на производстве проблемные вопросы, связанные с творческой переработкой нормативно-правовой базы на основе появившихся новых приборов и инновационных технологий измерений. Это касается, в первую очередь, принятия в новой редакции проектов «Положения о маркшейдерской службе», а затем и «Инструкции по производству маркшейдерских работ». Назрел вопрос создания новой номенклатуры обеспеченности инструментами маркшейдерских служб горнодобывающих предприятий, обязывающий руководителей предприятий приобретать соответствующую измерительную технику. К тому же необходимо наделить маркшейдерские службы полномочиями по осуществлению контрольных функций за рациональным использованием недр.

Внедрение в маркшейдерско-геодезическую практику новых электронных приборов требует открытия на территории республики нескольких Центров по их сервисному обслуживанию с выдачей соответствующих сертификатов. Предстоит серьезная работа с заводами (фирмами) изготовителями приборов для поставки оборудования по сервисному обслуживанию.

Для быстрого распространения лазерных сканирующих технологий в маркшейдерско-геодезическую практику при обеспечении горного дела, строительства и землеустройства потребуются создание ряда Центров по оперативному использованию лазерных технологий. Один из них создан на базе ОО «Союз маркшейдеров» (г. Караганда).

Обработка исходной и текущей информации, а также планирование горных работ на предприятиях осуществляется с использованием программных продуктов: SURPAC, AutoCAD, DATAMINE, GEMCOM и другие, что требует использование компьютеров с достаточно мощными характеристиками и повышения квалификации маркшейдеров и геодезистов. Возникла острая необходимость в создании Центров повышения квалификации маркшейдеров и геодезистов, желательна при активном оперативном участии ОО «Союз маркшейдеров Казахстана» на базе КарГТУ (г. Караганда) и КазНТУ (г. Алматы). Программа проведения занятий в этих центрах подготовлена и разослана маркшейдерским службам горнодобывающих предприятий, составлен график проведения занятий, утверждена тематика этих курсов, которая направлена на изучение парка современных электронных приборов и инновационных технологий измерений, а также геоинформационных систем в горно-маркшейдерском деле и геодезии. Кроме того, на этих курсах предусматриваются изучение специальных вопросов геомеханических исследований по обоснованию параметров бортов карьеров и систем разработки месторождений полезных ископаемых с разработкой мероприятий по повышению их устойчивости за счет технологических схем заоткоски, а также инструментального контроля за их состоянием.

Подготовлена первая редакция «Положения о маркшейдерской службе горнодобывающего предприятия», которая проходит обсуждение на предприятиях, а затем должна быть утверждена в органах МЧС РК. Идет переработка инструкции по обеспечению устойчивости откосов уступов и бортов карьеров и отвалов.

Подготовкой маркшейдерских кадров в Казахстане полноценно занимаются две кафедры маркшейдерского дела и геодезии при КарГТУ и КазНТУ, которые имеют определенные исторические традиции, богатый опыт подготовки специалистов, современную материально-техническую базу и высококвалифицированный кадровый

потенциал. Вузы ежегодно выпускают маркшейдеров от 50 до 100 человек. Качество подготовки маркшейдеров обеспечиваются наличием современных приборов швейцарского производства: электронных тахеометров и нивелиров, 3D сканеров, глобальных спутниковых систем (GPS), а также программных продуктов CREDO, LISCAT, GEMCOM, САМАРА. Имеются компьютерные классы и научно-исследовательские лаборатории, позволяющие выполнять хозяйственные работы и госбюджетные темы на проведение научных исследований в области геомеханики, маркшейдерии и геодезии. Заказчиками являются крупные горнодобывающие предприятия: АО «ССГПО», АО «Шубарколь комир», ТОО «Алтынтау Кокшетау» и др., а также министерство образования и науки РК. Созданы филиалы кафедр на предприятиях для повышения качества подготовки и тесной связи с предприятиями для прохождения студентами производственных практик на рабочих местах. Разработаны учебно-методические комплексы по всем читаемым дисциплинам, изданы монографии, учебники, учебные пособия, готовятся электронные учебники, слайд-лекции и видеолекции.

Несмотря на это, в качестве подготовки маркшейдерских кадров имеются проблемные вопросы:

- включение в номенклатуру специальностей бакалавриата: специальность «Маркшейдерское дело» (объективная предпосылка к этому есть, так как в номенклатуре имеется магистратура и докторантура по этой специальности);
- обеспечение за счет приобретения вузами передовой техники и технологий маркшейдерско-геодезического направлений;
- прохождение производственных и преддипломных практик на рабочих местах;
- прохождение преподавателями кафедр стажировок на горнодобывающих предприятиях и повышение квалификации в передовых вузах республики, ближнего и дальнего зарубежья.

В связи с возникшей необходимостью подготовки для горнодобывающих предприятий геотехников (геомехаников) – специалистов, занимающихся изучением и управлением состоянием устойчивости горного массива при подземной и открытой разработках месторождений полезных ископаемых. На базе кафедры маркшейдерского дела и геодезии был организован экспериментальный набор обучения на платной основе магистров наук техники и технологии по направлению подготовки «Геотехника» в рамках специальности «Маркшейдерское дело». В течении 2-х лет для ТОО «Корпорация Казахмыс» осуществлен набор магистрантов в количестве 34 человек. Разработаны дополнительные учебно-методические комплексы дисциплин по геомеханическому направлению. К чтению лекций по дисциплинам геомеханики горных пород приглашались зарубежные ученые из дальнего и ближнего зарубежья: Южной Африки (А. Илчев), Швейцарии (Э.Джерби), Германии (проф. В.Буш, Б.Е.Резник, Хельмут Бок), Канада (Д. Стэд), Великобритании (Р. Пайн), Австралии (М. Неринг) и России (А.Б. Макаров, О.В. Зотеев, Е.С. Оксенкруг). Отдельные занятия велись на английском языке с параллельным переводом на русский. Со стороны корпорации Казахмыс эту работу курировал проф. Мансуров В.А. и PhD-доктор Вяземский А.М., а со стороны университета проф. Низаметдинов Ф.К.

В настоящее время готовится учебник «Геотехника в горном деле», который будет написан на двух языках - русском и английском. В связи с началом подготовки геомехаников (геотехников) для горных предприятий, что является актуальным для горных предприятий, необходимо провести организацию геотехнических отделов. На сегодня некоторые предприятия уже имеют такие службы, к ним относятся ТОО «Корпорация Казахмыс», АО «Арселор Миттал Темиртау» и АО «ССГПО».

В Казахстане появились новые технологические решения по мониторингу значительных территорий земной поверхности с использованием спутниковой радарной интерферометрии (доц. Мозер Д.В.).

Заметным достижением маркшейдерской общественности республики стало проведение первого съезда и создание общественного объединения «Союза маркшейдеров» (октябрь 2011 г.) на базе Карагандинского государственного технического университета.

Целью Союза является объединение усилий маркшейдеров для совместного решения профессиональных задач и содействие повышению эффективности использования природных ресурсов, охране недр и окружающей среды при разработке месторождений полезных ископаемых на основе инновационных достижений и строгого соблюдения национальных интересов и законодательства о недрах Республики Казахстан. Деятельность созданного Союза направлена на организацию, проведение и участие в международных семинарах, конференциях и форумах.

Следует отметить, что представители Союза маркшейдеров приняли участие в работе 40-го Заседания Президиума Международного общества по маркшейдерскому делу (ISM) в г. Екатеринбург, сентябрь 2012г. (Россия), где было принято решение о включении Союза маркшейдеров Казахстана (СМК) в Международное сообщество, а президент СМК включен в состав Президиума (ISM), а в сентябре 2013 г. активно участвовали в работе Международного маркшейдерского Конгресса (г. Аахен, Германия).

#### **СКВАЖИННАЯ ВИДЕОСЪЕМКА – ЭФФЕКТИВНОЕ СРЕДСТВО ИЗУЧЕНИЯ НЕДР ЗЕМЛИ**

*Мендебаяв Т.Н.*

ТОО «Научно-внедренческий центр Алмас»

Скважинная видеосъемка предназначена для визуального глубинного изучения геологических структур в условиях естественного залегания.

Суть – через спущенный в скважину телезонд геологические структуры просвечиваются мощным потоком лучей, создавая возможность зримо, четкого наблюдения на мониторе в панорамно-цветном изображении за литологией и тектоникой разреза, структурой и текстурой горных пород, элементами их залегания, вещественным составом.

Геологическая информация полученная от телезонда через каналы связи передается в компьютерную базу для обработки.

Скважинная видеосъемка позволяет:

- осуществлять ориентированную увязку относительно стран света всех структурных элементов, в связи с чем появляется возможность с достоверной информацией отстраивать трехмерные геологические модели месторождения;
- добиться сплошности изображения, при которой информация не теряется, как это бывает при неполном выходе керна;
- удобно и надежно хранить геологическую информацию в электронной версии.

#### **ЗАБОЙНЫЕ ГИДРОМАШИНЫ ДЛЯ БУРЕНИЯ СКВАЖИН**

*Смаилов Н.Ж.*

ТОО «Научно-внедренческий центр Алмас»

Из всех видов средств бурения скважин, наиболее привлекательными представляются забойные гидромашинные роторного типа, составленные из корпуса и вала, и прикрепленных к последнему лопаток в форме полуцилиндра.

Предлагается конструктивная схема забойной гидромашины, отличительная особенность которой заключается в том, что, внутренние поверхности лопаток выполнены шероховатыми, имеющими поперечные к высоте лопаток выступы и впадины в виде дуги, выпукл ориентированные книзу, внешняя поверхность лопаток выполнены с чистотой до зеркального блеска.

В силу этого происходит перераспределение давлений и скорости потока в пространстве между лопатками: наибольшее давление и наименьшая скорость наблюдается у внутренней поверхности лопаток, а наименьшее давление и наибольшая скорость – у внешней поверхности последующей по кругу лопатки.

Кроме того, конструктивно предусмотрено поворот потока рабочей жидкости в сторону вращения вала, тем самым за счет центробежной силы инерции гидродинамическое давление в месте поворота у внешней стенки боковых отверстий повышается, а у внутренней – понижается, что совокупно усиливает значения суммарного крутящего момента вала.

Гидродинамические характеристики забойной гидромашины подтверждены экспериментально в лабораторных условиях.

### **КОМБИНИРОВАННЫЕ ДОЛОТА ШАРОШЕЧНОГО ТИПА НЕТРАДИЦИОННОЙ КОНСТРУКЦИИ**

*Ратов Б.Т., Федоров Б.В., Корғасбеков Д.Р., Утепов З.Г.*

НАО "Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева" г. Алматы, Республика Казахстан

Предложено запатентованное шарошечное долото нетрадиционной конструкции, взаимодействующие с гидроударником. Основные отличия долота заключается в расположении цапфы со съемным долотом по оси, составляющий малой острый угол ( $\alpha \approx 15^\circ$ ) с осью скважины, а образующая шарошек параллельна стенкам скважины. Основное конструктивное отличие от обычных долот заключается в следующем.

- цапфы с шарошкам расположены под острым углом ( $\alpha \approx 15^\circ$ ) к оси долота и направлены в сторону стенок скважины, т.е. в наиболее трудно разрушаемую периферийную область забоя;

- шарошки выполнены, съемными, а образующие их конусов параллельны стенками скважины; это позволяет сохранять диаметр скважины на большой интервал бурения и продлить ресурс работы долота путем смены износившихся шарошек;

- центральная часть забоя разрушается пикой с твердосплавным наконечником которая размещается в центральном канале корпуса долота.

Шарошечное долото соединено с гидроударной машиной прямого действия, которая в свою очередь соединена с бурильной колонной (или с УБТ).

Работа комбинированного инструмента осуществляется следующим образом. Долото с гидроударником соединяется с бурильной колонной и опускается в скважину. При постановке на забой, подаче промывочной жидкости по бурильной колонне шлицевой переходник занимает нижнее положение, и начинается работа гидроударника. Боек последнего начинает передавать с определенной частотой ударные импульсы, которые передаются пике и частично – наковальне, которая жестко связана через переходник и корпус долота с цапфой и шарошками.

Для повышения надежности и ресурса комбинированного инструмента оси шарошек выполнены герметизированными.

После окончания рейса комбинированный буровой инструмент поднимается на поверхность, шарошки отвинчиваются от осей и заменяются новыми, инструмент вновь спускается в скважину, и бурение продолжается.



Проведенные прочностные расчеты показали более рациональное распределение нагрузок, действующих на элементы долота, по сравнению с долотами традиционной конструкции.

Таким образом, использование предлагаемого комбинированного бурового инструмента эффективно решает задачу разрушения центральной части забоя скважины ударными импульсами при одновременной интенсификации разрушения периферийной кольцевой области забоя за счет передачи части ударной энергии шарошкам.

#### **Литература**

1. Ратов Б.Т., Мамедова А.С. и др. Комбинированный буровой инструмент. Инновационный патент. РК№29533, бюл. №2, 2015.
2. Мамедова А.С., Федоров Б.В. Силы, приложенные к конструктивным элементам комбинированного долота. Труды XI межд. науч. практ. конф. студентов и молодых ученых. Алматы, из. КОУ, 2014. С. 523-529.
3. Биргер И.А., Шорр Б.Ф., Иосилевич Г.Б. Расчет на прочность деталей машин. – М. Машиностроение, 1979.

### **ДИНАМИКА ОПОРНЫХ ПОДШИПНИКОВ ОДНОШАРОШЕЧНЫХ БУРОВЫХ ДОЛОТ**

*Тошов Ж.Б.*

Ташкентский государственный технический университет, Узбекистан

В процессе скважин буровых долот является основным инструментом как сложной динамической системы этого процесса. Эти инструменты появились в процессе создания и постоянного совершенствования инструментов для выработки сначала вертикальных и затем наклонных и горизонтальных выработок с круговыми поперечными сечениями.

Изначально это была лопата, но, по мере углубления таких выработок стали появляться всё новые и более совершенные инструменты. И это связано не только глубинами, но и свойствами встречающимися на их пути горных пород. При этом, по мере надобности и даже необходимости, появились и новые технологии проводки скважин: ударно-вращательный, вращательно-ударный и вращательный. И всё это требовало создание всё новых и более совершенных буровых долот, потому, что стоимость проводки скважин, по мере увеличения их глубин, значительно возросла.

К настоящему времени конструкция буровых породоразрушающих инструментов базируется в основном трехшарошечных долот и на конструктивных схемах типа PDC, где, кстати, и используются драгметаллы (серебро) в конструкциях опорных подшипников шарошечных долот и алмазосодержащие частицы в конструкциях породоразрушающих элементов (зубков) долот типа PDC.

Вместе с тем к настоящему времени всё большее перспективы просматриваются в конструктивных схемах одношарошечных буровых долот. И связана это со следующими обстоятельствами: во-первых, конструкции одношарошечных долот в изготовлении более технологичные; во-вторых, эти конструкции более надежные по прочностным характеристикам; в-третьих, разрушение горной породы на забое скважин осуществляется в процессе резания и скалывания. В трехшарошечном исполнении зубки работают основным путем вдавливания.

Но надо заметить, что конструкции одношарошечных долот изначально имели существенный недостаток, заключающийся в том, что износостойкость вооружения, т.е. зубков, была кратно меньше износостойкости зубков в конструкции долот трёхшарошечных. Связано это с тем, что породоразрушающие зубки одношарошечных

долот работают хотя и в обремененных условия – на сферических поясах, но имеют сравнительно большие пути контакта с поверхностью забоя скважины. И эта задача была практически не разрешима в силу тех обстоятельств, что к тому времени не была разработана методика вычисления кинетических критериев оценки работоспособности вооружения одношарошечных буровых долот. Хотя были попытки в Грозном [1], где занимались разработкой одношарошечных буровых долот на базе наработок американского ученого работающего в этой же области Зублина. Но эта идея на базе шарошек со ступенчатой сферической формой шарошки так и не увенчалась успехом по той же самой причине – в связи с отсутствием аналитического вычисления реальных путей контакта зубков со сферической формой забоя.

Были при этом и другие уже более общие проблемы при проектировании буровых долот в одношарошечном исполнении. Далее мы рассмотрим все аспекты – три составляющих динамику одношарошечного долота, в направлении которых и следует вести поиск по использованию всех названных выше их преимуществ.

Оптимизировать конструкцию бурового долота, в частности в одношарошечном исполнении, необходимо отдельно или в комплексе решать задачи по оптимизации следующие вопросы: оптимизация динамики вооружения шарошки, опорных подшипников и узлов промывочной жидкости.

Оптимизации конструкций опорных подшипников, то при проектировании буровых долот в одношарошечном исполнении существует больше возможностей для их варьирования в силу больших размерных параметров. А это позволяет использовать и размещать в опорах буровых одношарошечных долот многорядовые подшипники скольжения и качения, размещать более ёмкие и более сложные конструкции, например, опоры на базе многоступенчатых и многослойных пластинчатых подшипников скольжения при наличии довольно объемных камер для смазочных материалов [4]. При этом следует отметить, что подобная компоновка конструктивной схемы герметизирующих узлов имеет достаточно большие возможности для творческих изысканий как в плане конструктивных схем так и в плане использования новых материалов на базе металлических, в том числе и драгметаллов; резиновых и иных упругих материалов; в плане размещения разного рода камер для смазочных материалов с учетом их динамики в процессе работы долота.

Естественно, при этом опоры подшипников шарошечных долот в настоящее время должны обеспечивать постоянную герметизация опор на полный промежуток времени бурового процесса. И здесь безусловно все три факторы: и конструктивная схема, и детали материала герметизирующих узлов, и соответствующие материалы смазочных узлов должны быть использованы на все сто процентов от последних достижений науки и практики. В силу этого обстоятельства нами сейчас принимаются меры всеобъемлющего использования полученной закономерности затрат энергии динамических систем от сил сопротивления движения, в первооснове которой, заложены классические законы динамики функционирования самого разного рода таких систем. Но первоосновой этой закономерностей является принципы наименьшей затраты энергии, основоположником которых был (1744 г.) французский ученый Мопертюи [5].

Нами не случайно здесь обращено внимание на названную закономерность. Во-первых, это касается функционирования любых конструкций динамических систем в том числе и бурового долот. При наших исследованиях и в плане построения детерминированном математической модели динамики вооружения шарошек это использовано при определении (вычислении) передаточного числа шарошки и в аспекте использования этой закономерности при изобретении новых более эффективных опорных подшипников одношарошечных долот.

Вывод заключается в том, что по динамике герметизации опоры одношарошечного долота при его проектировании необходимо исходить из

фундаментальных законов природы.

#### Литература

1. Зубарев А.В., Матвеев Г.Н., Рыжиков Ю.В. и др. Одношарошечные долота. / – М.: Недра, 1971. – 176 с.
2. Патент № IAP 03953, UZ.
3. Бухгольц Н.Н. Основной курс теоретической механики. / - М.: Наука, 1972. – Том I и II.
4. Тошов Ж.Б., Стеглянов Б.Л. Основные технико-технологические направления оптимизации динамики одношарошечных буровых долот // Научно-технический и производственный журнал «Горный журнал Казахстана». – Алматы (Казахстан), 2014. - № 7. - С. 24-28.
5. Воробьев А.Е., Малюков В.П., Рыгзынов Ч.Ц. Лабораторные работы по определению параметров буровых и цементных растворов. М., РУДН. 2012. 55 с.
6. Воробьев А.Е., Шамшиев О.Ш., Ысаков А.Ж. Нетрадиционные виды буровых растворов и их роль в разведочном бурении сурьмяно-ртутных месторождений Кыргызстана // Естественные и технические науки N 5 (49). 2010. С. 282-285.

## ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ РАЦИОНАЛЬНЫХ УДАРНЫХ СИСТЕМ МОЛОТКОВ ДЛЯ БУРЕНИЯ ШПУРОВ

*Мясников А.А.*

Институт физико-технических проблем и материаловедения им. академика Ж. Жеенбаева, Национальная академия наук Кыргызской Республики

Для бурения шпуров в крепких горных породах применяются двух массовые ударные системы, рис. 1.

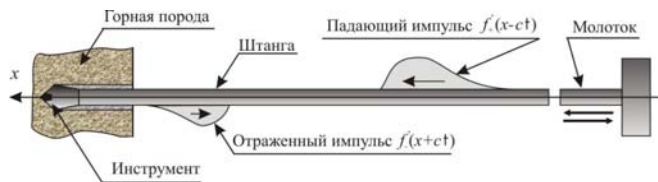


Рис. 1. Принципиальная схема работы ударной системы

Молоток, представляющий собой деталь близкую к определению короткого стержня переменного поперечного сечения, генерирует продольным ударом в штанге импульс продольной динамической деформации – падающий импульс. В штанге, представляющей собой длинный однородный стержень, импульс перемещается без искажения и приводит в действие инструмент, который, внедряясь в горную породу, осуществляет собственно бурение. Часть падающего импульса обычно не используется, формируя отраженный импульс.

Импульсы можно определять различными функциями. Наиболее информативной является функция относительной деформации или линейно связанные функции. Например, функция формы импульса [1].

Экспериментально доказано [2], что скорость бурения в зависимости имеет диапазон варьирования не менее 30 %, в зависимости от геометрии молотка, при прочих равных условиях. При средней по отрасли стоимости бурения одного метра шпура 100 \$ рациональный выбор геометрии молотка может обеспечить существенный

экономический эффект. Результаты исследований позволили сформулировать алгоритм определения рациональной конструкции молотка.

Существует несколько критериев оптимальности процесса ударного бурения, некоторые из которых не всегда поддаются формализации. В качестве критерия оптимальности ударного бурения предлагается следующее утверждение: *Процесс оптимален, если обеспечивается минимум энергии отраженного импульса*. По этому критерию формулируется классическая задача вариационного исчисления, решение которой определяет, что процесс оптимален, когда отраженный импульс представляет собой прямоугольный импульс, с постоянной величиной относительной деформации [3]. Величина деформации определяется свойствами буримой породы.

Взаимодействие инструмента с горной породой принято определять зависимостью силы сопротивления горной породы внедрению инструмента. Экспериментальные исследования по разным методикам и на различных стендах позволили сделать заключение, что эти зависимости достаточно стабильны, если принять во внимание значительный разброс свойств горных пород даже в пределах одного месторождения.

По характеристикам сопротивляемости горных пород и критерию оптимальности можно определить форму падающего импульса обеспечивающего оптимальность процесса. В ряде случаев это можно сделать аналитически, например, для случая линейной зависимости силы сопротивления от величины внедрения [4]. Но задачу всегда можно решить графической обработкой осциллограмм падающего и отраженного импульсов.

Наиболее сложной является последняя задача алгоритма – определение геометрии молотка способного генерировать импульс оптимальной формы. Это связано с тем, что математически задача сводится к определению переменных коэффициентов в системе уравнений в частных производных гиперболического типа. В ряде случаев удается геометрии молотка *подобрать интуитивно*. Например, в случае линейной зависимости «сила-внедрение» молоток имеющий форму гиперboloида вращения генерирует оптимальный импульс [5]. Задача всегда может быть решена графоаналитическими методами [6].

Результаты решений показывают, что молотки, обеспечивающие оптимальность процесса, должны иметь форму тел вращения с криволинейными образующими боковых поверхностей. Точность моделей продольного динамического деформирования стержней переменного поперечного сечения, построенных на гипотезе плоских поперечных сечений, для такие молотков считается недостаточной. В качестве альтернативных могут быть использованы ОРН (RSA) уравнения, построенные на общих уравнениях механики твердого деформируемого тела без применения гипотезы плоских поперечных сечений [7, 8].

Алгоритмы, построенные на различных комбинациях решений сформулированных задач, позволяют решать самые различные задачи проектирования ударных систем технологического назначения, включая вопросы прочности, оптимизации, выбора параметров режимов бурения.

**PREDICTION THE BACKBREAK EXTENT USING LINEAR MULTIPLE REGRESSION AND ARTIFICIAL NEURAL NETWORK**

*Masood Shaveisi, Ramin Doostmohammadi*

Department of Mining Engineering, University of Zanjan, Zanjan, Iran

**Abstract**

Drilling and Blasting are still considered to be the most economical method for rock excavation either on surface or underground. The explosive energy, which breaks the rock mass, is not fully utilized for this purpose. Only 20–30% of explosive energy is utilized for fragmenting the rock mass and the rest wasted away in the form of ground vibration, air blast, noise, fly rock, back breaks, etc. Backbreak is one of the adverse phenomena in blasting operations that causes the instability of mine walls, falling down of equipments, improper fragmentation, reduced efficiency of drilling, etc., and consequently increases the total cost of a mining operation. Backbreak is affected some practical parameters. This paper tries to find a relation between rock type, burden, spacing to burden ratio, stemming to burden ratio, number of rows and powder factor with backbreak. The artificial neural network (ANN) as a power tool is used for modeling the nonlinear and complex phenomenon. This paper develops an artificial neural network model to find the mentioned relation. The database comprised of 60 blast conducted in Gol-E-Gohar Iron mine (Kerman province, Iran) and Sungun copper mine (East Azerbaijan, Iran) were prepared. In this study, the efficiency of using method is evaluated with comparison the multiple regression approach. Three indices, correlation coefficient ( $R^2$ ), root mean square error (RMSE) and mean absolute percentage error (MAPE) were considered for comparison. The models evaluation showed that both multiple regression approach and multi-layer neural network model (with topology 6 - 4 - 1) are able to predict the backbreak with acceptable accuracy.

**Keywords:** Linear multiple regression, Artificial neural networks, Backbreak, Gol-E-Gohar iron ore mine, Sungun copper mine.

**ВИНТОВЫЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ИХ РОЛЬ В РАЗВИТИИ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА**

*Балденко Д.Ф.<sup>1</sup>, Балденко Ф.Д.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина

<sup>2</sup>ОАО «НПО Буровая техника»

Винтовые гидравлические машины (ВГМ) получили в последние десятилетия массовое применение, и сегодня нет ни одной развитой страны, где эти машины не нашли своей ниши в различных отраслях ТЭК и потребительского рынка.

Несмотря на простоту конструкции ВГМ (рис.), их рабочий процесс весьма сложен и специфичен. В частности ВГМ присуща непостоянная ориентация ротора, обусловленная эластичностью обкладки статора. Вследствие этого ВГМ практически являются квазиобъемными гидромашинами, а их характеристики ( $Q-P$  для насосов и  $n-M$  для двигателей) нетипичны для объемных машин.

**Винтовые забойные двигатели (ВЗД)** являются основным техническим средством для бурения и ремонта нефтяных и газовых скважин (более 75% объема проходки в России, в том числе в технологиях наклонно направленного и горизонтального бурения), а также в горнорудной промышленности.

**Одновинтовые насосы** (штанговые и бесштанговые) эффективно используются в технологии механизированной добычи нефти (особенно при разработке трудноизвлекаемых запасов), промышленной мультифазной транспортировке нефти и водонефтегазовых смесей, а также в других технологических операциях.

**Перспективы дальнейшего развития одновинтовых гидромашин** будут определяться инновационными технологиями бурения скважин (горизонтально разветвленные, многоствольные, на обсадной колонне, колтюбинг и др.), где потребуются специальные ВЗД, оснащенные всевозможными технологическими устройствами (корпусными шарнирами, центраторами, калибраторами, нагружателями, ориентаторами).

Основным резервом повышения долговечности и надежности ВГМ является разработка новых износостойких и термостойких материалов для обкладки статора. Актуальной задачей также является поиск оптимальной геометрии рабочих органов и конструктивных схем ВГМ для различных областей применения и условий эксплуатации.

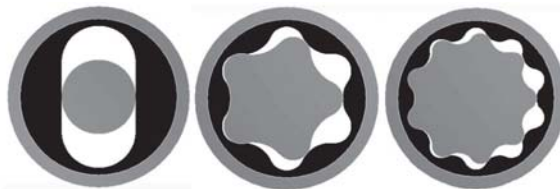


Рис. Поперечные сечения рабочих органов ВГМ с различным кинематическим отношением

## ДИАМОНДОИДЫ В КАЧЕСТВЕ ЗАМЕНИТЕЛЕЙ НАНОАЛМАЗОВ

*Багрий Е.И.<sup>1</sup>, Сагинаев А.Т.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева РАН, Россия, г. Москва

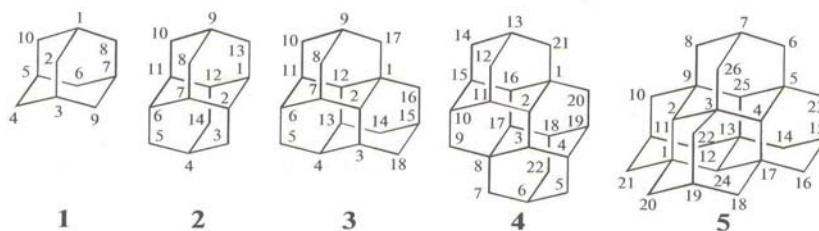
<sup>2</sup>Атырауский институт нефти и газа, Казахстан, г. Атырау

Насыщенные каркасные углеводороды алмазоподобного строения, состоящие из циклогексановых колец, конденсированных в трех направлениях, получили название диамондоиды (полиамантаны). Диамондоиды, как регулярно конденсированные адамантаны, являются фактически наноалмазами. В частности, циклогексамантан  $C_{26}H_{30}$  можно считать наноразмерным алмазом массой приблизительно  $5,6 \times 10^{-22}$  г [1].

Нефть и газоконденсаты являются основным природным источником углеводородов алмазоподобного строения – адамантана и высших диамондоидов. В газоконденсатах месторождений Maгу App и «823» Мексиканского залива, например, содержатся более 60 адамантанов и высших диамондоидов, от адамантана и его алкилпроизводных до производных триамантана и тетрамантана [2]. Интересно, что полиамантаны обнаружены и в межзвездном пространстве [3]. Нефти и газоконденсаты различаются по содержанию (от 35 до 2075 мкг/г [4]) и типу находящихся в них диамондоидов [5]. Из простейших диамондоидов к настоящему времени охарактеризованы адамантан (1), диамантан (2), триамантан (3), анти-тетрамантан (4) и пентамантан (5):

Алкилпроизводные этих каркасных структур – алкиладамантаны и высшие алкилдиамондоиды – представляют интерес не только как компоненты высокоэнергетических углеводородных топлив, например ракетных топлив типа RF-1,

RF-2 и др., но имеют также важное научное значение, так как, в силу особенностей термодинамических свойств изомеров, они могут быть использованы для оценки степени каталитических преобразований нефтей и газоконденсатов под действием природных глин и алюмосиликатов и «паспортизации» получаемых на их основе топлив; эти углеводороды полезны также в качестве исходных соединений в тонком органическом и нефтехимическом синтезе [7].



Три- и тетрамантаны идентифицированы также и в отечественных нефтях [6].

Наименьший диамантоид, адамантан ( $C_{10}H_{16}$ ), представляет собой элементарную ячейку, как бы «вырезанную» из кристаллической решетки алмаза, где свободные углеродные связи замещены водородом. Каждая последующая диамантоидная группа содержит одну дополнительную ячейку кристаллической решетки алмаза. Диамантан содержит две сопряженные ячейки, триамантан – три, и т.д. У каждой последующей диамантоидной группы значительно увеличивается структурная сложность, возникают многочисленные вариации структуры молекул.

Начиная с пентамантанов, появляются также группы, состоящего из одинакового числа ячеек, но различающиеся по молекулярным массам, вследствие того, что при сопряжении ячеек совместно используется различное число атомов углерода. Так, для пентамантана имеется 9 изомеров с формулой  $C_{26}H_{32}$  и  $M = 344$ , и один изомер  $C_{25}H_{30}$  с  $M = 330$ .

Все высшие диамантоиды являются наноразмерными Н-терминированными алмазами различной формы и размера. Благодаря твердости, прочности, поразительному разнообразию трехмерных форм диамантоиды являются наномолекулярными строительными блоками.

Наряду с чисто углеводородными полиамантами в нефтях содержатся тиадиамантоиды и меркаптанозамещенные полиамантаны [8].

Происхождение полиамантанов в нефтях точно не известно. Можно лишь выдвигать различные спекулятивные предположения, как полиамантаны могли бы образоваться путем гомологизации адамантана и других низших членов ряда диамантоидов при высоких давлениях и температурах.

В настоящее время большинство исследователей [5, 9-11] полагают, что диамантоиды первоначально образовались в результате карбоний-ионных перегруппировок трициклоалканов или полициклических терпеновых углеводородов при контакте с глинами, обладающими суперкислотными свойствами, во время или после зарождения нефти.

Ранее нами было успешно смоделировано пути образования алкиладамантанов с использованием в качестве контактов активированных глин и природных алюмосиликатов [7]. Так, в частности, нами было установлено, что пергидроароматические углеводороды (пергидроаценафтен, пергидрофлуорен, пергидроантрацен), которые могут образоваться в результате частичной биодegradации природных стеранов и тритерпенов, превращаются в алкиладамантаны при контакте с оксидом алюминия, активированном разбавленной серной кислотой, уже относительно

невысоких температурах (180-200 °С) [12,13]. Получаемый изомерный состав алкиладмантанов близок к природному.

Возможно, что высшие гомологи полиамтанов образовались из низших гомологов под действием высоких температур и давления [14]. Вместе с тем, присутствие адамантановых углеводородов в нефтях, генерированных в карбонатных толщах [15], которые не обладают кислотными свойствами, позволяет предположить, что образование полиамтанов может протекать не только в присутствии кислотных катализаторов типа Льюиса (глин, алюмосиликатов), но и на катализаторах иной природы.

Для выделения диамондоидов из углеводородных смесей предлагается методы термодиффузии и экстракции. В качестве селективного растворителя для извлечения полиамтанов предлагается смеси углеводородов, содержащие не менее 70% парафинов с числом атомов углерода не менее 30 и 5% алифатических углеводородов с числом атомов углерода менее 30. наиболее предпочтителен растворитель на основе олигомеров  $\alpha$ -олефинов, имеющих 30 углеродных атомов. Дальнейшая очистка и выделение фракций диамондоидов осуществляется ректификацией. Из нефти удалось выделить в кристаллическом виде диамондоиды, содержащие от 4 до 11 алмазных ячеек, и сделать их рентгеноструктурный анализ [16].

Диамтананы содержатся во всех исследованных нефтях, легких и средних нефтяных дистиллятах. Их общая концентрация находится в пределах от 5 до 200 мкг/г, а максимальное значение около 600 мкг/г найдено в стабилизированном дизельном топливе. В самых легких дистиллятах и большинстве смазочных масел диамтананы не обнаружены. Концентрация индивидуальных диамтанов колеблется от неопределяемого уровня до 10 мкг/г для большинства сырых нефтей и от 10 до 53 мкг/г для нефти из южной Луизианы. Концентрация диамондоидов не зависит от плотности нефти.

Лабораторная перегонка сырых нефтей показала, что углеводороды адамантанового ряда в основном попадают в дизельную фракцию, выкипающую при 180-287 °С, в то время как диамтананы были найдены преимущественно во фракции 280-320 °С.

Диамондоиды, обладающие большой плотностью и высоким удельным содержанием энергии, благодаря высокой молекулярной компактности превышают по этим показателям известные топлива JP-10, RJ-5, RJ-6, RJ-7, содержащие экзотетрагидродициклопентадиен и пергидродинорборнадиен и использующиеся как топлива для небольших ракет, например, корабельных и авиационных. Наиболее привлекательны в качестве высокоэнергетических топлив метилзамещенные полиамтананы, имеющие низкие температуры застывания. В частности, триметилдиамтанан плавится при -54 °С.

Углеводороды каркасного строения пока не являются официальными биомаркерами нефтей, но, с одной стороны, уникальная устойчивость полиамтанов в процессах термического и каталитического крекинга, а также в условиях биодеградациии нефтей и, с другой стороны, падение информативности стерановых и терпановых показателей как в результате достижения равновесного состояния между некоторыми биомаркерами, так и вследствие уменьшения их абсолютного содержания, позволяет использовать полиамтананы для расчета глубины термической деструкции нефти в залежах [10].

Поскольку имеются различия в устойчивости метилзамещенных диамондоидов, геохимии, исследующие нефти, предложили использовать соотношение изомеров таких соединений в качестве показателя зрелости сырых нефтей и горных пород, особенно для глубоких стадий превращений углеводородов [9]. В частности, метилдиамтанановый индекс применили для оценки зрелости карбонатных пород нижнего палеозоя [17].



Относительное содержание полиамантанов были использованы для идентификации и оценки степени термической деструкции нефти [10]. В этих экспериментах отслеживалась концентрация метилдиамтанов C<sub>15</sub>. Авторы сделали вывод, что увеличение концентрации метилдиамтанов прямо пропорционально степени крекинга (процент жидкости, превращенный в газ и пиробитум). Они предполагали, что в условиях экспериментов полиамантаны сохраняются и концентрируются. В таком случае диамондоиды можно было бы рассматривать как естественный «внутренний стандарт», с помощью которого определяется степень крекинга.

Необходимо отметить, что в работах [18-20] этот вывод не подтвердился. Оказалось, что углеводороды ряда адамантана и диамантана генерируются вновь как при термическом крекинге, так и при кислотном катализе высокомолекулярных (>350 °C) парафиноциклопарафиновых фракций нефтей разного генотипа. Образуются эти углеводороды и при термическом крекинге нефтяных смол и асфальтенов.

Тем не менее, хотя диамондоиды и не являются биомаркерами в обычном понимании этого термина, относительное распределение 4-метил-, 1-метил- и 3-метилдиамтанов в нефтях и органических веществ пород, скорее всего, отражает особенности состава исходного органического вещества, что позволяет использовать их в качестве коррелятивного генетического показателя. Например, мультивариантный статистический анализ диамондоидов и биомаркеров позволил оценить степень зрелости различных нефтей Бразильского нефтяного бассейна [21].

Абсолютные концентрации диамондоидных соединений и их молекулярные индексы могут использоваться в качестве потенциального диагностического способа для идентификации нефтяных источников и взаимосвязи нефтей, в частности, для легких нефтепродуктов, такие как реактивные и дизельные топлива, из которых биомаркеры с высокой молекулярной массой удаляются во время переработки нефти.

Чрезвычайно интересным и важным может быть применение диамондоидов в нанотехнологиях. Есть все основания полагать, что молекулярные нанотехнологии будут определять лицо научно-технического развития XXI века. Использование диамондоидов в качестве материала нанотехнологических изделий придает им необходимый комплекс уникальных свойств: высокую прочность, химическую инертность и термостабильность. Именно алмазоподобным наноразмерным молекулам прочат большое будущее в качестве кирпичиков в разнообразных нанотехнологических изделиях.

Таким образом, диамондоиды нефтяного происхождения являются новым материалом с уникальными свойствами, который может найти применение как высокоэнергетическое топливо, а также в микроэлектронике и медицине. Но чтобы это осуществилось, предстоит решить еще немало сложных задач. Можно выделить три основные группы проблем. Первая и самая на сегодняшний день важная связана с выделением полиамтанов из природных источников. Другая касается разработки приемлемых способов синтеза диамондоидов. Третья группа проблем включает поиск новых возможных областей применения этих соединений.

#### **Литература**

1. Dahl J.E.P., Moldowan J.M., Peakman T.M. et al. // *Angew. Chem. Int.* 2003. V. 42. P. 2040.
2. Chung H.S, Chen C.S.H., Kremer R.A., J.R.Boulton, Burdette G.W. // *Energy & Fuels* 1999, 13. P.641.
3. Pirali O., Vervloet M., Dahl J.E. et al. // *Astrophys. J.* 2007. V. 661. N 2. P. 919.
4. Yang C., Wang Z.D., Hollebone B.P. et al. // *Environ. Forensics.* 2006. V. 7. N 4. P. 37.
5. Wingert W.S. // *Fuel.* 1992. V. 71. N 1. P.37.
6. Гируц М.В., Дербетова Н.Б., Эрдниева О.Г., Стоколос О.А., Кошелев В.Н., Гордадзе Г.Н. // *Нефтехимия.* 2013. Т. 53. №5. С.323.

7. Багрий Е.И. Адамантаны. М.: Наука. 1989. 254 с.
8. Wei Z., Moldowan J.V., Fago F. et al. // Energy & Fuels. 2007. V. 21. N 6. P. 3431.
9. Chen J., Fu J., Sheng G. et al. // Org. Geochem. 1996. V. 25. N 3-4. P. 179.
10. Dahl J.E., Moldowan J.V., Peters K.E. et al. // Nature. 1999. V. 399. N 6731. P. 54.
11. Lin R., Wilk Z.A. // Fuel. 1995. V. 74. N 10. P. 1512.
12. Сагинаев А.Т. // Новости науки Казахстана. 2004. № 1. с. 23-28.
13. Сагинаев А.Т. Алкил- и алкениладамантаны: получение, свойства и применение. Алматы: Эверо. 2007. 193 с.
14. Grice K., Alexander R., Kagi R.I. // Org. Geochem. 2000. V. 31. N 1. P. 67.
15. Сагинаев А.Т., Досмурзина Е.Б. // Нефть и газ. 2004. № 1. с. 74-83.
16. Iwasa A., Clay W.A., Dahl J.E. et al. // Crystal Growth & Design. 2010. V. 10. N 2. P. 870.
17. Li J.G., Philip P., Cui M.Z. // Org. Geochem. 2000. V. 31. N 3. P. 267.
18. Гируц М.В., Русинова Г.В., Гордадзе Г.Н. // Нефтехимия. 2005. Т. 45. № 4. С. 251.
19. Гируц М.В., Гордадзе Г.Н. // Нефтехимия. 2007. Т. 47. № 1. С. 13.
20. Гируц М.В., Русинова Г.В., Гордадзе Г.Н. // Нефтехимия. 2005. Т. 45. № 3. С. 163.
21. Azevedo D.A., Tamanqueira J.B., Dias J.C.M. et al. // Fuel. 2008.V. 87. N 10-11. P.2122.

## СТРУКТУРА БЕТОНА РАННЕГО ЗАМОРАЖИВАНИЯ

*Бржанов Р.Т.*

Каспийский Государственный Университет Технологий и Инжиниринга им.Ш.Есенова  
г.Актау, Казахстан E-mail:Brzhanov@mail.ru

Возникновение и развитие физических явлений в бетоне при отрицательных температурных воздействиях создает в нем сложное напряженное состояние и наносит существенный ущерб, формирующей структуре бетона. Общим признаком развития деструктивных процессов в твердеющем бетоне являются необратимые максимальные деформаций расширения составляющих бетона и льда, а также остаточные деформаций [1]. Другой особенностью свежееотформованного бетона является непрерывное изменение реологического состояния системы, необратимые реакции твердения бетона. Физико-химическая природа и механизм возникновения внутренних напряжений в процессе кристаллизационного структурообразования являются следствием проникновения подвижных молекул адсорбционного слоя в пространство между срастающимися кристалликами и возникновения в результате этого кристаллизационного давления.

Для изучения влияния раннего замораживания бетона на структуру цементного камня, влияния распределения пор по сечению образца были проведены макроскопические и микроскопические исследования образцов бетона, замороженного в разный период от начала затворения бетонной смеси водой. Так, структура образцов, замороженных при  $-20^{\circ}\text{C}$  сразу и через 3 и 6 часов и испытанных через сутки после оттаивания показали, что в них много макро и микро трещин разного направления. Ширина трещин находится в пределах 0,001-0,1 мм. Преобладают цепочки из 3-5 пор размером 0,001-0,1 мм. Большая часть трещин находится на границе сцепления клинкерных минералов. В образцах выдержанных до замораживания 9и 12 часов при нормальной температуре ( $+20^{\circ}\text{C}$ ) и испытанных через сутки после оттаивания, структура улучшилась, поры изолированы друг от друга.

Эти и другие исследования по раннему замораживанию бетона показали, что раннее замораживание бетона вредно сказывается главным образом на макроструктуре. Основные изменения происходят в порах размером 0,1 мк. Причем структурные

изменения тем больше, чем ранее заморожен бетон. Испытания прочности бетона замороженного в разное время снижает прочность бетона. Большую роль в снижениях прочности бетона при замораживании его в раннем возрасте играет, ослабление прочности сцепления между растворной частью бетона и зернами крупного заменителя. Для экспериментов брали бетонные образцы на разных заполнителях (плотные и пористые). Наибольшее ослабление прочности сцепления при раннем замораживании бетона было получено о образцах с плотным, прочным заполнителем. Замораживание керамзитобетона создает лучшие по сравнению с тяжелым бетоном, условие формирования структуры. После затворения легкобетонной смеси, керамзит берет 30% воды затворения, являясь как бы аккумулятором влаги. Из-за уменьшения истинного водоцементного отношения на контакте формируется мелкопористое структура.

Со структурой пор цементного камня на прямую связано долговечность бетона, морозостойкость. Чтобы обосновано установить ту прочность, при котором бетон может быть заморожен без последствия для дальнейшего роста прочности были проведены многочисленные исследования. Нормами [2] установлены пределы прочности бетона (критическая прочность) монолитных конструкции к моменту возможного замораживания в пределах 30% -50% от проектной прочности в зависимости от проектных марок бетона. При этом надо учесть, что критическая прочность устанавливает только момент замораживания и ни коем образом не отражает прочность распалубки конструкции и его частичное или полное загрузение. Необходимое критическое прочность бетона зависит от пропорции газовой жидкой и твердой фаз, интенсивности тепловыделения при гидратации цемента. Меж фазовое воздействия зависит прежде всего от минералогического состава цемента в основном от содержания в клинкере трехкальциевого алюмината  $C_3A$ . У портландцементов с различным содержанием  $C_3A$  и разные сроки схватывания. Так при  $C_3A$  в клинкере 7-8 % время схватывания уменьшается с 192 до 130 минут при температуре 18 °С до 6-7 минут при быстром разогреве до 40°С, а дальнейшее повышение температуры не влияет. У портландцемента с содержанием  $C_3A$  в клинкере 3% время начала схватывания мало зависит от температуры.

Нами также опробованы технологические приемы, позволяющие при раннем замораживаний избежать существенного снижения прочности . Так при повторном вибрировании бетонной смеси [3.4] замораживание не влияет на прочность, при последующем выдерживании образцов в нормальных условиях. Также в этих опытах исследовалась сцепление арматуры с бетоном, которое тоже не нарушается при раннем замораживаний бетона. Это явление объясняется повышенной закристаллизованностью гидросиликатной массы. Понижение температуры в раннем возрасте бетона способствует более полному гидролизу клинкера, за счет большой растворимости гидроксида кальция и увеличение продуктов гидротаций. Эти явления протекают одновременно с образованием мелкопористой структуры цементного камня из-за кристаллизации воды в лед и уменьшением жидкой фазы геля. При последующем повышений температуры происходит прессыщение жидкой фазы по отношению к  $Ca(OH)_2$  и интенсивное образование большого числа центров кристаллизации. Это понижает основность гидросиликатов и изменяет удельную поверхность микропор цемента.

#### **Литература**

1. Миронов С.А. Теория и методы зимнего бетонирования. - М.: Строииздат,1976. -168 с.
2. Мчедлов-Петросян О.П. Теория силикатов. -М.: Строииздат, 1996. -198 с.
3. Р.Т.Бржанов «Повторное вибрирование как фактор повышения прочности бетона». Вестник ПГУ №1 ,2009г.- стр.25-35
4. Р.Т.Бржанов, В.К.Бишимбаев Инновационный патен №25070.Способ зимнего бетонирования.

## ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТРАДИЦИОННОЙ И ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

---

### МОБИЛЬНАЯ ВЕТРОВАЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ

*Ибылдаев М.Х.<sup>1</sup>, Сексенбай М.Ж.,<sup>1</sup> Ратов Б.Т.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, РК.

<sup>2</sup>Казахский Национальный Технический Университет им. К. Сатпаева, г. Алматы, РК

Ветровая энергия представляет собой наиболее перспективный и самый недорогой возобновляемый источник энергии. Развитие страны мира все больше используют энергию ветра.

Ветроэнергетика, использующая ветроколеса и ветрокарусели, возрождается сейчас, прежде всего, в наземных установках. Ветер дует везде - на суше и на море. В глубине материка нет постоянного направления ветра. Так как разные участки суши в разное время года нагреваются по-разному можно говорить только о преимущественном сезонном направлении ветра. Кроме того, на разной высоте ветер ведет себя по-разному, а для высот до 50 метров характерны рыскающие потоки.

По этим причинам ветроэнергетика является нерегулируемым источником энергии.

Выработка ветроэлектростанции зависит от силы ветра-фактора, отличающегося большим непостоянством. Соответственно, выдача электроэнергии с ветрогенератора в энергосистему отличается большой неравномерностью как в суточном, так и в недельном, месячном, годовом и многолетнем разрезе.

Среднегодовые скорости воздушных потоков на высоте 200-300 м превышают 7 м/с и отличаются постоянством. Ветрогенератор работающий на такой высоте обеспечило бы стабильную выработку электроэнергии в течение года.

Предлагаемая конструкция ветрогенератора установленная на воздушный змей обеспечивает эти условия работы, т.е. работу ветрогенератора на высоте 200-300 м.

Главное преимущество таких ветроэлектростанций, возможность регулирования высотой работы ветрогенератора.

В зависимости от скорости ветра можно установить нужную высоту (обеспечивающий скорость ветра 4 - 25 м/с) расположения ветрогенератора относительно поверхности земли. При штормовых ветрах более 25 м/с ветрогенератор автоматический опускается до наземной опоры и жестко закрепляется на нем.

Для регулирования положением воздушной «змеи» относительно земли используется лебедка соответствующей конструкции. Применяя современные достижения компьютерной технологии, режим работы лебедки можно автоматизировать.

Компьютерная система обеспечить оптимальный режим работы ветрогенератора в течение года.

Надо отметить, что в зависимости от необходимости можно будет уменьшить или увеличить, мощность ветрогенератора и размеры змея. Эти качества предлагаемой конструкции ветрогенератора делает его очень своевременно разработанным, отвечающим современным требованиям.

По своим эксплуатационным и техническим характеристикам новая продукция не имеет аналогов в мире. Получен инновационный патент РК на изобретение.

## К ВОПРОСУ ПРОЕКТИРОВАНИЯ БИОГАЗОВЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Кузнецова Н.В., Щербаков В.И., Шукина Т.В.

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет

Стратегическое развитие агропромышленного комплекса РФ предполагает восстановление посевных площадей и рост поголовья в животноводстве, что неизбежно сопровождается увеличением воспроизводства органических отходов. Среди способов их утилизации наиболее целесообразным является анаэробное сбраживание, в результате которого получают биогаз и готовое к внесению в почву удобрение. Но применение такой технологии переработки сдерживается возникающими проблемами как на уровне проектирования, так и последующего согласования альтернативных систем газоснабжения. Отсутствие достаточной точности в прогнозировании выхода сырья и информационная ограниченность в параметрах применяемых технических средств негативно сказываются на проектных решениях, что в дальнейшем при их реализации приводит к неустойчивым режимам конверсии, для которых характерно понижение скорости и качества переработки отходов.

Для расчета биогазовых станций, требуемых под объемы образующихся отходов от фермерских хозяйств или крупных животноводческих комплексов, прежде все необходимо оценить суточное поступление фекалий из помещений содержания на переработку.

Количество субстрата, ежедневно получаемого от одного животного, в кг/сут., можно с достаточной точностью определить по формуле [1]

$$G_1 = \alpha_w (g_k + g_m) + g_n, \quad (1)$$

где  $g_k$ ,  $g_m$  – суточное выделение кала и мочи одним животным, принимаемое в соответствии с технологическими нормами проектирования, кг/сут.;  $g_n$  – норма подстилки на одно животное, кг/сут.;  $\alpha_w$  – коэффициент подмешивания воды при различных способах уборки навоза: при лотково-смывной системе с мойкой полов  $\alpha_w=5-6$ ; то же при сухой чистке полов  $\alpha_w=3-3,5$ ; при удалении самотеком  $\alpha_w=1,5$ ; при транспортной системе уборки  $\alpha_w=1,2$  [1].

При расчете поступающих фекалий в систему утилизации необходимо учитывать все имеющиеся в хозяйстве группы животных, а так как предварительное уплотнение осадка в соответствии с выражением

$$G_{\text{СУТ}}^{\text{BM}} = \beta \sum_{i=1}^n G_i m_i, \quad (2)$$

где  $m_i$  – поголовье однотипной группы животных;  $n$  – количество однотипных производственных групп на животноводческом предприятии;  $\beta$  – коэффициент уплотнения сырья, принимаемый  $\beta=1$  при  $\alpha_w \leq 1,5$ ,  $\beta=0,3$  при  $\alpha_w=3-3,5$  и  $\beta=0,2$  при  $\alpha_w=5-6$ .

Для небольшого фермерского хозяйства, где по соображениям экономии капитальных затрат следует устанавливать только один реактор, необходимо предусмотреть накопитель экскрементов объемом

$$V_H = \frac{G_{\text{СУТ}}^{\text{BM}} \tau_H}{\varphi_H \rho_0}, \quad (3)$$

где  $\tau_H$  – продолжительность сбора субстрата, сут.;  $\rho_0$  – плотность направляемого на брожение осадка, кг/м<sup>3</sup>;  $\varphi_H$  – коэффициент заполнения накопителя,  $\varphi_H=0,8-0,9$ .

Тогда объем метантенка можно определить из соотношения

$$V_M = \frac{G_{\text{СУТ}}^{\text{BM}} \tau}{\varphi \rho_0}, \quad (4)$$

где  $\tau$  – продолжительность сбраживания субстрата, сут.;  $\varphi$  – коэффициент заполнения метантенка,  $\varphi=0,7-0,8$ .

Для бесперебойной выработки биогаза при одной загрузке реактора в начале цикла брожения, сбор навоза и его конверсию по продолжительности следует принимать равными, то есть  $\tau_H=\tau$ .

При численности поголовья, позволяющей установить два и более метантенка, необходимость в накопителях отпадает, так как на начальном этапе реакторы можно использовать как емкости для сбора сырья с плавным запуском процесса брожения. Затем при полной загрузке и в отсутствии доступа кислорода наступает фаза активного метанообразования. Тогда общий объем реакторов можно найти по формуле (4) предполагая, что  $\tau$  включает и период накопления. При последующем выборе конкретной конструкции реактора и, соответственно, его объема, несложно рассчитать и их требуемое количество.

При получении биогаза из сточных вод, в том числе и от комплексов животноводства, скорость его образования в единице объема сбраживаемого субстрата,  $(\text{м}^3)_{\text{GAS}}/(\text{м}^3 \cdot \text{сут})$ , следует определять по зависимости [2]

$$U_{BG} = \frac{B_0 S_0}{\tau} \left( 1 - \frac{K}{\mu_m \tau - 1 + K} \right), \quad (5)$$

где  $B_0$  – предельный выход биогаза из единицы органического вещества, загруженного в метантенк, при полном его разложении, принимается по данным исследований [1, 2],  $(\text{м}^3)_{\text{GAS}}/\text{кг}$ ;  $S_0$  – концентрация органического вещества в загружаемом осадке, зависящая от его влажности и зольности [2],  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;  $\tau$  – продолжительность сбраживания, принимаемая в соответствии с поддерживаемым температурным режимом от 10 до 30 дней, сут.;  $K$  – безразмерный кинетический параметр процесса, пропорциональный концентрации органического вещества [3];  $\mu_m$  – максимальная удельная скорость роста активной биомассы,  $\text{сут.}^{-1}$ , регулируемая температурным режимом [2].

Суточный расход получаемого при брожении газа с учетом скорости выхода рассчитывается по формуле

$$L_{BG} = U_{BG} \frac{G_{CMT}^{BM}}{\rho_0}. \quad (6)$$

Требуемые объемы газгольдеров целесообразно определять с учетом режима накопления получаемого топлива при отсутствии возможности своевременной его поставки потребителям или перевода в сжиженное состояние

$$V_{BG} = L_{BG} \tau_H^{BG}. \quad (7)$$

где  $\tau_H^{BG}$  – период сбора получаемого топлива, принимаемый в пределах 30 суток.

Увеличить суточный выход биогаза и сократить объемы реакторов можно посредством усиленного уплотнения утилизируемого осадка. Повысить в сырье концентрацию органики, являющейся питательной средой для метанообразующих микроорганизмов, можно за счет применения многокамерных метантенков с фильтрующими перегородками и с периодическим удалением из них осветленной жидкости для смешивания с поступающими фекалиями. Следует так же отметить, что обоснованный расчетами в ходе проектирования температурный режим процесса конверсии при дальнейшей эксплуатации необходимо строго поддерживать на заданном уровне. Не соблюдение данного условия приводит к существенному сокращению выхода биогаза.

#### Литература

1. Земсков В.И. Возобновляемые источники энергии в АПК. – СПб.: Издательство «Лань», 2014. – 368 с.

2. Гюнтер Л.И., Гольдфарб Л.Л. Мегантенки. – М.: Стройиздат, 1991. - 128 с.
3. Щербаков В.И., Кузнецова Н.В., Щукина Т.В. Интенсификация утилизации органических осадков сточных вод для производства биогаза // Естественные и технические науки, 2014, № 11-12. – С. 387-390.

### **ЗЕЛЕНОЕ ЗОЛОТО КАЗАХСТАНА**

*Перегудов В.В.<sup>1</sup>, Шаутинов М.Р.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>ТОО «КРИЦ – НТК», г. Степногорск, РК

<sup>2</sup>КазНТУ им. К.И. Сатпаева, г. Алматы, РК

В.И. Вернадский в свое время заметил, что человечество в XXI веке будет занято устранением экологических последствий загрязнения окружающей среды и мы можем добавить – вопросами продовольственной безопасности, выращиванием экологически чистых продуктов питания и «мягкой» очисткой питьевой воды.

Наиболее подходящим пригодным сырьем для решения поставленных проблем является глауконит, зеленый по цвету (греческий, *glaukos*) и «золотой» по многообразию полезных свойств, среди которых главными являются сорбционные свойства, аккумулятор влаги и калийное удобрение.

В Казахстане разведаны два месторождения – Селетинское и Изобильное (Акмолинская область) с общими ресурсами 737,5 млн. т (по Б.И. Пигульскому и другим). Учитывая, что годовая потребность глауконита в мире около 5 млн.т, то даже разведанных запасов хватит примерно на 150 лет, чтобы закрыть мировую потребность.

В связи с этим вырисовывается задача номер один – найти или выбрать уже известные два – три свойства глауконита, которые позволили бы формировать лавинообразный спрос на него. При этом максимально снизить затраты на проведение геологоразведочных и добычных работ с применением современных технологий, например, гидродобычи, что позволило бы снизить до минимума отпускные цены на товарные продукты и привлечь малые и средние предприятия к его внедрению во всех сферах – это задача номер два.

Предлагается на начальном этапе использовать глауконит там, где будет добываться – это район с низкой плотностью населения с преобладанием солончаковых земель и низкой стоимостью земли, с акцентом на комплексность добываемого сырья – фосфор, питьевая вода и другие компоненты, что позволит перейти на перекрестное финансирование и фиджирование не добытого глауконита, а планируемого получения с его помощью урожая экологически чистых продуктов питания.

Для реализации намеченных целей разработаны стратегия – глауконита прорыва (успеха) и глауконита провала (неудачи), позволяющие реально оценивать сложившуюся ситуацию и оперативно реагировать на выводы рынка.

### **ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ – ВАЖНАЯ ЗАДАЧА ПО СОХРАНЕНИЮ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ**

*Сексенбай М.Ж., Ибылдаев М.Х., Мұхамеджанұлы С.*

Таразский государственный университет им.М.Х. Дулати, г.Тараз, Республика Казахстан

Термин энергосбережение означает реализацию научных, правовых, организационных, производственных, технических и экономических мер, направленных на эффективное (рациональное) использование (и экономичное

расходование) топливно-энергетических ресурсов, вовлечение в хозяйственный оборот возобновляемых источников энергии, а также использование вторичных энергоресурсов. Поэтому, реализация этих мер является важной задачей по сохранению природных ресурсов.

Как нам известно, существуют различные нетрадиционные, возобновляемые источники (виды) энергии, среди них: энергия ветра, энергия Солнца, энергия Земли, энергия геотермальных вод, а также вторичные энергоресурсы.

Важность ветровой энергии на сегодняшний день неоспорима. В то время как от небольшого ветра шелестят деревья, а штормовой ветер с корнем вырывает деревья и срывает крыши с домов. Человечество веками пытается обуздать эту мощную природную силу.

Известно, что ветер использовался для работы водяных насосов, мельниц и движения кораблей по морям и океанам. Современное достижение в использовании ветра - получение электричества. Для этих целей используются ветряная турбина, особый вид ветряной мельницы. В энергии ветра много преимуществ, таких как отсутствие диоксида углерода (CO<sub>2</sub>), неиссякаемость источника энергии.

Основная задача в области использования ветряной энергии заключается в том, чтобы создать конструкцию ветряных установок которые полностью улавливали бы энергию ветра, чтобы генерировать электричество.

Как известно из законов аэродинамики, чем выше установка, тем лучше вырабатывается электричество. Среди ведущих производителей ветряной энергии можно отметить такие страны как Германия, США, Дания и Испания.

Получение электроэнергии из ветра является простым физическим процессом. Высота современных ветряных башен может достигать высоты 21 этажного здания, т. е. 67 метров.

К возобновляемым источникам энергии можно отнести также энергию Солнца. Этот вид энергии является относительно доступным. Задачей в этой области является : как получить энергию из света и преобразовать в полезную для человека форму - горячую воду, пар или электричество. В настоящее время одной из основных задач в области использования энергии Солнца - использование его в больших масштабах (от системы уличного освещения до городских электрических сетей и т.д.). Использование энергии Солнца датируется 1800 годами, более 200 лет. В связи с ростом цен на нефть и проблемами загрязнения окружающей среды и негативным влиянии на климат выбросов, образуемых при сжигании ископаемого топлива, использование солнечной энергии стала актуальной задачей.

Объемы энергии, производимой солнечными коллекторами варьируются в широких пределах, небольшие системы могут обеспечить малые населенные пункты, крупные системы предоставляют электричество в основную электросеть региона.

Одним из основных задач в области энергосбережения – является повышение КПД котлов и других теплогенерирующих установок, направленных на повышение эффективности сжигания топлива и снижения токсичности выбросов в атмосферу.

Недостатком многих эксплуатируемых в настоящее время водогрейных и паровых котлов является малоэффективная теплоотдача в топке и обусловленные этим высокая температура уходящих газов (до 200-300°C) и низкий КПД (до 75-80%).

Одним из возможных и реальных путей повышения эффективности использования топлива в котлах и соответственно повышения их КПД и уменьшения газовых выбросов в атмосферу (включая CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> и др.) является интенсификация теплообмена и соответственно теплоотдачи в топочной камере. В результате чего можно добиться повышения надежности, увеличения срока эксплуатации котла и соответственно повышения КПД.

В настоящее время немаловажное значение имеет использование вторичных энергоресурсов (ВЭР). Вторичные энергоресурсы (ВЭР) – это энергия, получаемая в



ходе любого технологического процесса в результате недоиспользования первичной энергии или энергии в продуктах сгорания топлива (дымовые газы) или другими словами это энергия различных видов, покидающие тепловые установки или технологический процесс. Экономически она представляет собой побочную продукцию, которая частично или полностью может быть использована для нужд другой технологии или энергосбережения или теплоснабжения агрегатов, зданий и т.д.

Целесообразность использования вторичных энергоресурсов объясняется тем, что это приведет к колоссальной экономии топливно-энергетических ресурсов, соответственно снизятся капитальные затраты на создание соответствующих энергосберегающих установок.

В результате использования ВЭР можно увеличить коэффициент полезного использования (КПИ) энергоресурсов, который является главным показателем эффективности производства. Этот коэффициент в странах СНГ не превышает 40%, что свидетельствует о существовании больших ресурсов экономики.

Например, на современных нефтеперерабатывающих заводах в процессе тепловой переработки затрачивается до 12% нефти, теплота, от сжигания которой рассеивается в атмосфере, т.е. выбрасывается. Огромные тепловые потери и на газокompрессорных станциях магистральных газопроводов. Большое количество топлива потребляет и химическая промышленность, а также производство строительных материалов: кирпича, цемента, керамики, стекла, железобетонных изделий и т.п., потери теплоты в них достигают 40-50%.

Значительное количество теплоты (более 75%) рассеивается с выхлопными газами, имеющими температуру 150- 400 °С (в зависимости от вида производства) газотурбинных установок (ГТУ), на компрессорных станциях магистральных газопроводов.

Существенное количество теплоты выделяется выхлопными газами от двигателей внутреннего сгорания (ДВС), которое целесообразно использовать для отопления транспортных средств.

В настоящее время особенно велики потери теплоты на электростанциях, ТЭЦ, металлургической, химической, нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности.

Решить все эти задачи по утилизации вторичных энергоресурсов можно путем создания теплообменников различных конструкций.

В целях использования вторичных энергоресурсов автором разработаны различные конструкции теплообменников, которые предназначены для утилизации тепла дымовых газов от индивидуальных и промышленных котлов (печей) для отопления зданий (цехов). Совершенствование конструкции существующих теплообменных аппаратов является актуальной научно – производственной задачей и предметом дальнейших исследований. Самое главное мы не должны забывать о том, что чем рациональнее будем использовать топливно-энергетические ресурсы, тем целее будет окружающая нас природа.

## **СУЩНОСТЬ ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РЕСУРСОБЕРЕЖЕНИЕМ НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ**

*Джурев Х.З.*

Ташкентский государственный технический университет, Узбекистан

Проблема ресурсосбережения, оставаясь одной из важнейших во всех странах, становится приоритетной и в Республике Узбекистан. Сам термин «ресурсы» трактуется достаточно широко. Ресурсы (от франц. ressource – вспомогательное средство) – это

ценности, запасы, возможности, денежные средства, источники средств, доходов (например, экономические ресурсы).

В процессе хозяйственной деятельности предприятия ресурсы занимают одно из центральных мест, поэтому вопрос определения их оптимального соотношения в настоящее время очень актуален. Актуальность данного направления в управлении предприятиями обуславливается еще и тем, что в процессе хозяйственной деятельности практически все они сталкиваются с проблемой дефицита ресурсов, что вызывает необходимость эффективного и рационального их использования.

В условиях обострения конкуренции между субъектами хозяйствования их деятельность предполагает мониторинг рыночной ситуации с целью управления всеми составляющими процессов производства и реализации выпускаемой продукции. Производство как процесс создания материальных благ, необходимых для удовлетворения различных потребностей обеспечивается на основе различного сочетания факторов производства. По результатам мониторинга сведения о рыночной ситуации и данные о возможностях предприятия по наполнению рынка своей продукцией являются для организации производства исходными данными, которые определяют предмет производства, его конструктивные и технологические особенности, конкурентоспособность, цену и прочие характеристики. В совокупности эти данные позволяют прогнозировать масштаб и тип производства, эффективность воспроизводственного процесса, которая зависит от количества ресурсов, потребляемых на каждой его фазе.

Таким образом, современная ситуация в экономике Узбекистана предопределяет не только целесообразность, но и необходимость ее продвижения к ресурсосберегающему типу воспроизводства, который требует повышения эффективности использования всех без исключения видов ресурсов: материальных, энергетических, технико-технологических, финансовых, информационных, трудовых, интеллектуальных. В данном контексте ресурсосбережение представляется важным инструментом повышения эффективности производства и увеличения прибыли. Основой для этого является выполнение следующих взаимосвязанных требований:

требований по ресурсосодержанию, которые определяют свойства продукции, обусловленные наличием в ее составе материальных и энергетических ресурсов;

требований по ресурсоемкости, которые направлены на достижение оптимальных затрат материальных и энергетических ресурсов при производстве, ремонте и утилизации продукции, а также при выполнении различных работ и оказании услуг;

требований по ресурсоэкономичности, определяющие оптимальный расход материальных и энергетических ресурсов при эксплуатации, ремонте и утилизации продукции. Данная оптимизация обеспечивается определением материалоемкости и энергоемкости продукции.

Таким образом, ресурсосбережение следует представлять как процесс снижения материалоемкости и энергоемкости единицы продукции, сокращения потерь в производстве и эксплуатации, увеличения выхода конечной продукции путем реализации в деятельности предприятия достижений научно-технического прогресса и применения современных методов управления.

В этой связи ресурсосберегающая политика предприятия должна включать в себя разработку и реализацию комплекса мер по техническому, экономическому, финансовому и правовому аспектам рационального использования и экономного расходования различных видов ресурсов при безопасном воздействии на человека и окружающую среду. Кроме того, такая политика должна быть направлена на снижение отходов производства, сбросов и выбросов, что в свою очередь сокращает их отрицательное воздействие на человека и окружающую среду.

Значительная экономия ресурсов на промышленных предприятиях может быть достигнута путем использования современных технологий и новейшего оборудования, а возможности их внедрения определяются уровнем развития производства на предприятии.

Кроме того, реализация ресурсосберегающей политики должна поддерживаться исполнительной властью в республике через разработку и утверждение соответствующих целевых программ, а это означает, что ресурсосберегающая политика предприятия может быть представлена как последовательность реализации ряда инвестиционных проектов.

Управление ресурсами предприятия требует создания единого комплекса планирования деятельности всех основных служб. К сожалению, понятие ресурсов, зачастую, трактуется слишком односторонне, а именно, в расчет принимаются только финансы. Здесь не следует забывать о том, что финансы – это только один из ресурсов, требующий управления, а финансовые показатели лишь отражают состояние предприятия и уровень управляемости ресурсами в его рамках. В целом же под понятием ресурсы предприятия следует рассматривать практически все, чем оно оперирует в своей деятельности: люди, машины, материалы, инструменты, финансы.

В современной экономической ситуации формирование и реализация ресурсосберегающей политики на уровне предприятия – сложный процесс, в основе которого лежат три фактора:

- предприятие имеет полную самостоятельность в хозяйственной деятельности;
- стратегия государственной ресурсосберегающей политики формируется на уровне государства, а отраслевой – на уровне отрасли;
- реализуется государственная и отраслевая ресурсосберегающая политика на уровне конкретного предприятия.

Этим предопределяется важность и сложность процессов согласования государственного и предпринимательского интересов. На уровне предприятия фокусируются практически все проблемы процесса ресурсосбережения и поиск путей их решения.

Сложившиеся сегодня условия хозяйствования требуют кардинального изменения действовавшей до настоящего времени системы государственного регулирования расхода материальных ресурсов. Ее основные отрицательные черты состоят в громоздкости системы директивных норм, нормативов и других показателей расхода материальных ресурсов, которые ограничивают самостоятельность предприятий в маневрировании ресурсами; в экономической и психологической заинтересованности предприятий в завышении норм и нормативов расхода материальных ресурсов; в ненадежности организации материально-технического снабжения.

#### **Литература**

1. Круглик В.М. Конкурентоспособность предприятия (фирмы): Под общ. ред. В.М. Круглика - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 285с.
2. Моисеева Н.К. Трансформация бизнеса в условиях рыночной нестабильности // Под ред. Н.К. Моисеевой. - М.: КУРС: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 416 с.

## **ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ И НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ АКЖАР**

*Таксинбаев*

В связи с тем, что основные открытые запасы в подсолевом комплексе Прикаспийской впадины приурочены к карбонатным породам, терригенные породы изучены хуже. Многочисленные нефтегазопроявления, полученные в процессе бурения ряда подсолевых скважин, не привели к открытию крупных залежей в терригенных отложениях и, поэтому, перспективы их нефтегазоносности оцениваются ниже. В то же время, объемы и площадь терригенных осадочных пород палеозоя Прикаспия, а также данные ряда исследователей, позволяют рассчитывать на их значительные перспективы. Различными исследователями установлено, что обломочные породы-

коллекторы порового типа на больших глубинах и под большим давлением, могут превратиться в породы-коллекторы сложного (трещинно-порового, порово-трещинного) или трещинного типов, или даже стать породами-экранами. В свою очередь, глинистые пласты-экраны могут превратиться в породы-коллекторы с трещинным типом пустотного пространства. Приведено выделение зон распространения обломочных и глинистых пород коллекторов по качеству.

В статье анализируются интересные новые данные по геологическому строению и нефтегазоносности, полученные на подсолевом месторождении Акжар, на востоке Прикаспийской впадины. Тип коллектора, который является достаточно редким для данного района, породы глинистого ряда, т.н. «акжариты», связан с зонами развития АВПД. Зоны развития АВПД замедляют уплотнение и тем самым препятствуют снижению пористости пород, причем эти зоны чаще всего проявляются под мощной и качественной соленосной покрывкой. Кроме того, АВПД способствует возникновению нового пустотного пространства, в частности, трещинного за счет естественного гидроразрыва.

Рекомендуется поставить расширенный комплекс поисково-исследовательских работ, даются рекомендации на изучение конкретных подсолевых структур.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>РЕСУРСОВОСПРОИЗВОДЯЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОСВОЕНИЯ НЕДР И ФОРМИРОВАНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ</b>	<b>4</b>
<i>Воробьев А.Е.</i> Инновационное недропользование на основе ресурсовоспроизводящих технологий как средство реализации стратегии индустриально-инновационного развития	4
<i>Трофимов В.Т.</i> Научно-содержательные и организационно-ваксовские парадоксы современного состояния геоэкологии	15
<i>Ghasem Moradi, Ramin Doostmohammadi</i> Determining the failure maximum principal stress considering medium principal stress	18
<i>Ракишев Б.Р.</i> Горно-металлургический комплекс Казахстана в условиях глобального кризиса	19
<i>Стенина Н.Г.</i> Проблемы недропользования в свете энергетической парадигмы геологических процессов	21
<i>Метакса Г.П.</i> Некоторые предпосылки для доказательства непрерывной работы природных реакторов (месторождений)	23
<i>Руденко В.В., Галиулин И.М.</i> Стратегия эффективности использования углеводородов на основе системы оценок их недропользования	26
<i>Бачурин Б.А., Борисов А.А.</i> Современные газогеохимические технологии контроля процессов техногенеза в геологической среде	28
<i>Рузанов В.Т.</i> Состояние и перспективы освоения возобновляемых энергоресурсов на Северо-Востоке России	30
<i>Усунаев Ш.Э., Атыкенова Э.Э.</i> Геориски от техногенных месторождений и природоохранные технологии их преобразования на территории Кыргызского Тянь-Шаня	31
<i>Убайдуллаева Л.Ш., Жураев С.Х.</i> Ресурсосбережение в республике Узбекистан	32
<b>ПРИРОДООХРАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОСВОЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ И ИХ ТРАНСПОРТИРОВКИ</b>	<b>35</b>
<i>Мельникова Д.А., Яговкин Г.Н.</i> Оценки эффективности выбора природоохранной технологии	35
<i>Воробьев А.Е., Ибрагимов Р.</i> Группировка инновационных методов и технических средств освоения аквальных минеральных ресурсов	36
<i>Миронюк С.Г.</i> Подводные добычные комплексы - экологически безопасное направление добычи углеводородов на шельфе	50
<i>Воробьев А.Е., Салим Трабелсси.</i> Возможности использования нанотехнологий при освоении газогидратных ресурсов	52
<i>Parviz Roshanaei, Ramin Doostmohammadi</i> Effective porosity estimation using artificial neural network (Case study: oil fields in South-Western Iran)	66
<i>Кошим А.Г., Ахмеденов К.М.</i> Геоэкологическое состояние и проблемы рационального недропользования в Карашыганакском нефтегазоконденсатном месторождении	67
<i>Majid Heidari, Ramin Doostmohammadi</i> Prediction the degree of saturation in oil wells using artificial neural network	69
<i>Лелевкина Л.Г., Гончарова И.В., Комарцова Е.А.</i> Сравнительный анализ режимов оптимального управления процессом индукционного нагрева обсадной колонны нефтяной скважины	70
<i>Юсупова И.Ф., Абукова Л.А.</i> Пиролитические потери органического вещества	72

сланцевой залежи как фактор изменения её флюидопроводимости	
<i>Горинов С.А., Маслов И.Ю.</i> Обоснование детонационных характеристик ВВ при торпедировании нефтегазовых скважин	73
<i>Кожеевников А.А., Ратов Б.Т., Судаков А.К., Молдабеков М.С., Жанабаев Т.А., Рахметов М.Т.</i> Гравийные фильтры буровых скважин со съёмным защитным кожухом	75
<i>Арутюнов Т.В., Савенок О.В.</i> Технология добычи сланцевого газа и влияние на экологию	76
<i>Касенов Б.К., Ермагамбет Б.Т., Бектурганов Н.С., Набиев М.А., Касенова Ш.Б., Сагинтаева Ж.И.</i> Исследование температурной зависимости теплоемкости сланца Кендырлыкского месторождения	78
<b>Павленко М.В.</b> Роль волновой технологии в процессах дегазации низкопроницаемого угольного пласта	80
<i>Ходжаев Р.Р., Габайдуллин Р.И., Асаинов С.Т., Побединская И.В.</i> Разработка принципов прогнозирования эндогенной активности угольных пластов путем картирования	82
<i>Бубенчиков А.М., Бубенчиков М.А., Потеев А.И., Либин Э.Е., Худобина Ю.П.</i> Прохождение газа через ультратонкие фильтрующие слои	84
<i>Яркова Т.А., Гюльмалиев А.М.</i> Термодинамический расчет процесса газификации угля	86
<i>Арипова Л.Т.</i> Критерий оценки горного производства с применением комплексной разработки сырьевых ресурсов	87
<i>Ramin Doostmohammadi</i> Application of biogrouting in mining engineering (Case study: Silica sand mines, Zanjan province, Iran)	89
<i>Акбаров Т.Г., Тоштемуров У.Т.</i> Анализ технологии проведения горных выработок на горнодобывающих предприятиях Республики Узбекистан	89
<i>Воробьев А.Е., Ибройева Л.</i> Горная промышленность Баткенской области	92
<i>Норов Ю.Д., Бунин Ж.В., Нутфуллаев Г.С., Заиров Ш.Ш.</i> Теоретическое исследование разрушения массива разнопрочных горных пород зарядами взрывчатых веществ с кумулятивным эффектом	94
<i>Воробьев А.Е., Ляшенко В.И., Пухальский В.Н.</i> Обоснование безопасных параметров камер при подземной разработке приповерхностных запасов месторождения под охраняемыми объектами	95
<i>Masoomeh Pashazadeh, Ramin Doostmohammadi, Bahman Kargar</i> Application of Self-organizing neural network to joint set clustering at open pit mines (case study: Angouran lead and zinc mine)	98
<i>Петросов Ю.Э.</i> Производство буро-взрывных работ сдвоенными уступами на полиметаллических месторождениях Узбекистана	99
<i>Воробьев А.Е., Ляшенко В.И., Небогин В.З.</i> Повышение безопасности производства взрывных работ с помощью эмульсионных ВВ на шахтах	101
<i>Норов Ю.Д., Заиров Ш.Ш.</i> Разработка способа дробления разнопрочных горных пород взрывами щелевых зарядов взрывчатых веществ с осевой воздушной полостью на карьерах	103
<i>Воробьев А.Е., Ляшенко В.И., Небогин В.З.</i> Повышение экологической безопасности производства взрывных работ с помощью эмульсионных ВВ на карьерах	105
<i>Норов Ю.Д., Бунин Ж.В., Нутфуллаев Г.С., Заиров Ш.Ш.</i> Исследование действия взрыва зарядов взрывчатых веществ с кумулятивной выемкой в массиве разнопрочных горных пород методом физического моделирования	107

<i>Хачай О.А., Хачай О.Ю., Барышев В.М., Ухарская О.Ю.</i> Оценка влияния взрывных работ в шахте Естюнинская на устойчивость, прилегающего к ней борга карьера, по данным активного электромагнитного мониторинга	109
<i>Ракишев Б.Р., Шампикова А.Х., Казанганов А.Е.</i> Прогнозирование конфигурации различных по форме тел в развале взорванных пород	111
<i>Сайидкосимов С.С., Наимова Р.Ш.</i> Геомеханическое обеспечение горных работ при комбинированной разработке месторождения Мурунтау	113
<i>Шахрай С.Г.</i> Повышение безопасности доставки горной массы из глубоких карьеров	115
<i>Умаров Ф.Я., Насиров У.Ф.</i> Исследование динамических характеристик крутонаклонного конвейера при воздействиях, возникающих в условиях карьера Мурунтау	117
<i>Паньков И.Л., Асанов В.А., Ударцев А.А., Кузьминых В.С.</i> Использование лабораторного испытательного оборудования при изучении деформирования и разрушения квазипластичных горных пород	119
<i>Умаров Ф.Я., Насиров У.Ф.</i> Определение параметров вибрации, возникающей на поверхности горного массива, при работе технологического оборудования карьера	121
<i>Очилов Ш.А., Коцарева Н.К., Джуманиязов Д.Д.</i> Разработка технологических схем и обоснование параметров промежуточных буферных временных складов при их отсыпке на площадках уступов карьера	123
<i>Норов Ю.Д., Заиров Ш.Ш.</i> Разработка методики расчета эффективных параметров скважинных зарядов взрывчатых веществ при контурном взрывании	125
<i>Мажитов А.М., Шаронова А.А., Нуриев Д.Р.</i> Оценка влияния подземных горных работ на закономерности геомеханических процессов в прикарьерном массиве	128
<i>Норов Ю.Д., Бунин Ж.В., Нутфуллаев Г.С., Заиров Ш.Ш.</i> Интенсификация дробления массива разнопрочных горных пород зарядами взрывчатых веществ с кумулятивным эффектом	129
<i>Волков П.В., Зубков А.А., Волкова Г.Р.</i> Новые технические решения в области крепления горных выработок	131
<i>Толкачев Г.М., Козлов А.С., Шилов А.М., Анисимова А.В.</i> Перспективы использования магнезиальных тампонажных материалов при освоении недр подземными горными выработками	134
<i>Шахрай С.Г.</i> Разработка энегосберегающих систем проветривания глубоких и сверхглубоких карьеров	136
<i>Воробьев А.Е., Ляшенко В.И., Лапшин А.А.</i> Экологическая и технологическая безопасность при проведении горных выработок	138
<i>Шахрай С.Г.</i> Разработка средств спасения пострадавших из зон повышенных температур	141
<i>Асанов В.А., Токсаров В.Н., Бельтюков Н.Л.</i> Опыт использования гидродомкрата гудмана при натуральных исследованиях деформационных свойств и напряженного состояния пород приконтурного массива	143
<i>Ляшенко В.И., Чекушина Т.В., Дятчин В.З.</i> Новые вибрационные колосниковые грохоты-питатели и грохоты-перегрузатели для горной промышленности	145
<i>Кузьминых В.М., Сорокин А.П., Рождествина В.И., Зубенко И.А.</i> Научно-технологические основы извлечения золота из бурых углей	147

<i>Бутаева Г.С., Умарова И.К.</i> Исследование процесса рудоподготовки для кучного выщелачивания золота	149
<i>Воробьев А.Е., Ляшенко В.И., Куча П.М.</i> Геотехнологическая предконцентрация урановых руд	151
<i>Есимова Д.М., Магад Е., Койжанова А.К., Игнатьев М.М., Камалов Э.М., Магомедов Д.Р.</i> Проведение исследований по перколяционному выщелачиванию меди из руды месторождения «Байтемир»	153
<i>Рахимова М.Х.</i> Определение и анализ деформационных процессов гидротехнических сооружений (на примере дамбы хвостохранилища АГМК)	155
<b>КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕДР И МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ</b>	158
<i>Пунанова С.А., Шпирт М.Я.</i> Комплексное использование каустобиолитов	158
<i>Толкачев Г.М., Козлов А.С., Шилов А.М., Анисимова А.В.</i> Опыт решения проблем комплексного освоения территориально совмещённых месторождений водорастворимых калийно-магниевых солей и углеводородов	160
<i>Гордеев И.И.</i> Проблемы использования и утилизации попутного нефтяного газа в РФ	162
<i>Гилязов Е.Г., Сагинаев А.Т.</i> Окисление и этерификация промышленных твердых парафинов	163
<i>Кузьменко О.С., Нехорошева А.В., Нехорошев С.В.</i> Процесс термодеструкции отходов полиолефинов как возможность их рациональной переработки	165
<i>Чарский В.П.</i> О золоте на месторождении Талдыбулак Левобережный	167
<i>Перегудов В.В., Воробьев А.Е., Шауменов М.Р.</i> Установка «Carla» для обработки геологических, минералого–технологических и технологических проб по золоту	169
<i>Заболоцкий А.И., Байкалов С.И.</i> Комплексная технология добычи золота из руд месторождения Тардан	170
<i>Чарский В.П., Апышев Т.</i> О влиянии асимметрии минералообразующей среды на габитус метакристаллов пирита на месторождении Талдыбулак Левобережный (Кыргызстан)	172
<i>Перегудов В.В., Шауменов М.Р., Чекушина Т.В.</i> Фазовый анализ золота	173
<i>Чарский В.П.</i> Эволюция морфологии кристаллов пирита в рудных залежах на месторождении Талдыбулак Левобережный	175
<i>Зубков А.А., Шуленина З.М., Воробьев А.Е.</i> Оценка возможности утилизации пиритных огарков	177
<i>Mohammad Reza Tohidifar</i> Indicating the optimum pH range of chalcocite floatation for maximum efficiency of its concentration	179
<i>Эрназаров Т., Шарипов Х.Т., Намазбаев Ш.Н., Эгамкулов Б.А.</i> Исследование возможности концентрирования золотосодержащих смешанных руд на концентраторе «Knelson» и переработки хвостов гравитации	179
<i>Перегудов В.В., Шауменов М.Р., Чекушина Т.В.</i> Гравитационное обогащение продуктов биологического окисления сульфидов флотоконцентрата (Biox) на Суздальской фабрике	181
<i>Mohammad Reza Tohidifar</i> Effect of conditioning time on the floatation efficiency of chalcocite in the presence of sodium silicate as an activator agent	184
<i>Мишарева М.Е.</i> Взаимодействие полимеров с сульфидами	185
<i>Умарова И.К., Маманазаров Ж.Н.</i> Технологические исследования полиметаллической проб руды месторождения Чинарсай	186



<i>Аллабергенов Р.Д., Шарипов Х.Т., Ахмедов Р.К., Негматов С.С., Бозоров А.Н.</i> Молибденсодержащее техногенное сырье и пути его переработки	189
<i>Солижанова Г.К.</i> Применение новых флотореагентов при обогащении медно – молибденовых руд	191
<i>Сартбаев М.К., Жалгасулы Н.</i> Извлечение металлов из вольфрамсодержащих пород и хвостов обогащения руд	193
<i>Ляшенко В.И., Чекушина Т.В., Олейник М.О., Бондуривская О.И.</i> Развитие технологий и технических средств обогащения титаносодержащих руд	193
<i>Воробьев А.Е., Муляко В.И., Ляшенко В.И., Чекушина Т.В.</i> Научно-технические основы экологических технологий обогащения железной руды	195
<i>Ахмедов Х., Салижанова Г.К.</i> Результаты обогащения проб руды месторождений Сарычеку с применением традиционного и местного реагента “ПС”	198
<i>Аминжанова С.И.</i> Повышение эффективности действия собирателя при флотации	199
<i>Абильдин Т.С., Аубакиров Е.А., Жакирова Н.К., Таимухамбетова Ж.Х., Бурханбеков К.Е.</i> Каталитический синтез м-ксилилендиамина из изофталонитрила	201
<i>Холикулов Д.Б., Сафаров У., Жумаев М.Н.</i> Активизация белитовых клинкеров кратковременным высокотемпературным легированием	202
<i>Сартбаев М.К., Жалгасулы Н.</i> Физико-химические способы переработки хвостов обогащения руд Казахстана в производстве ячеистого бетона и вяжущего	205
<i>Игнатов И., Мосин О.В.</i> Математическая модель взаимодействия природного фуллеренсодержащего минерала шунгита и микропористого алюмосиликатного минерала цеолита с водой	206
<i>Тажибаяев К.Т., Тажибаяев Д.К.</i> Комплексное освоение бурогоугольного месторождения Кара-Кече	208
<i>Джамиева Р.Б.</i> Химико-минералогическая характеристика углевмещающих пород	210
<i>Черкасова Т.Г., Папин А.В., Неведров А.В., Черкасова Е.В., Семькина И.Ю., Тихомирова А.В., Бобровникова А.А.</i> Комплексная переработка низкосортных углей и отходов углеобогащения Кузбасса с получением продуктов с высокой добавленной стоимостью	216
<i>Воробьев А.Е., Джамиева Р.Б.</i> Качественный состав и характеристика угольных терриконов	217
<i>Касенов Б.К., Касенова Ш.Б., Сагинтаева Ж.И., Сейсенова А.А., Куанышбеков Е.Е.</i> Синтез и рентгенографическое исследование наноразмерного ферро-хромо-манганита $NdMg_{0,5}FeCrMnO_{6,5}$	223
<i>Жарлыкасымова Д.Н., Буркитбаев М.М., Уралбеков Б.М., Уракаев Ф.Х.</i> Механохимическая переработка серы в тиосульфат натрия	225
<i>Массалимов И.А., Уракаев Ф.Х., Акмалаев К.А.</i> Пути утилизации отходов серы в строительной индустрии	226
<b>ГЕОЭКОЛОГИЯ, ЭКОЛОГИЯ; ЗАХОРОНЕНИЕ И ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ЖИДКИХ ОТХОДОВ В ЛИТОСФЕРЕ</b>	229
<i>Бенцион Флейшман</i> Стандарты рискованных ЕЕЕ-предпроектов устойчивого развития (для генеральных проектировщиков и составителей тех-заданий)	229
<i>Самаров В.Н., Непомнящий В.З., Коллева Е.В.</i> Концепция Кольского международного центра обращения с ВАО/ОЯТ	231

<i>Хромых В.С., З.Н. Квасникова</i> Ландшафтно-экологический мониторинг при проектировании и строительстве АЭС	232
<i>Айтеков М.-П.Б., Газалиев И.М.</i> Радиоактивность и проблемы изоляции радионуклидов на газонефтяном месторождении Дузлак (Южный Дагестан)	234
<i>Озерский А.Ю., Караулов В.А.</i> Гидрогеологическая структура водонепроницаемых кристаллических пород на участке перспективного захоронения твердых радиоактивных отходов	237
<i>Шпирт М.Я., Пунанова С.А.</i> Ртуть в каустобиолитах: накопление, захоронение и геоэкология	239
<i>Кенжегалиев А., Суесинов Т. М., Кенжегариев С.Е., Серикбаев Е.Ж., Сарсенов К.К.</i> Состояния загрязнения северо-восточного Каспия токсическими веществами	240
<i>Воробьев А.Е., Плющиков В.Г., Тахир Мусса, Воробьев К.А.</i> Аварии на нефтяных платформах	242
<i>Завалей В.А., Жумадилов Н.И.</i> Оценка совместимости промышленных сточных вод с пластовыми водами и горными породами на Карачаганакском месторождении	251
<i>Исмаилов В.А., Норматова Н.Р.</i> Особенности геоэкологического состояния Алмалыкского горнопромышленного региона	253
<i>Мелентьев Г.Б., Ельчин Д.С., Малинина Е.Н., Вдовина О.К., Полякова К.С.</i> Геохимия горнопромышленных гидроэкосистем и факторы техногенеза как информационно-методическая снова оценки накопленного экологического ущерба	255
<i>Грязнов О.Н., Елохина С.Н.</i> Горнопромышленный техногенез при разработке месторождений твердых полезных ископаемых Урала	257
<i>Бачурин Б.А., Одинова Т.А., Хохрякова Е.С.</i> Органическая геохимия процессов техногенеза горнопромышленного профиля	259
<i>Абдурахмонов Г.А.</i> Методика ландшафтно-геохимических исследований экологии ртутно-сурьмяных регионов Южного Кыргызстана	262
<i>Елохина С.Н., Елохин В.А., Елохина О.В.</i> Экологические проблемы, обусловленные остановкой и закрытием рудников на Урале	263
<i>Верхотуров А.Г., Верхотуров Г.Г.</i> Геоэкологические проблемы в районах отработанных рудных месторождений Забайкалья	265
<i>Москвитин С.Г., Саломатов А.К.</i> Техногенные и природные факторы загрязнения окружающей среды при разработке месторождений в криолитозоне (Депутатское Оловорудное месторождение)	266
<i>Мурзакматов Р.Т., Шишикин А.С.</i> Экологическая структура карьерных разработок угольного месторождения Каре–Кече, Кыргызстан	268
<i>Петрсова Л.И.</i> Анализ запыленности и загазованности атмосферы глубоких карьеров	271
<i>Насиров У.Ф., Очиллов Ш.А.</i> Анализ воздействие буровзрывных и выемочно-погрузочных работ на окружающую среду	273
<i>Воробьев А.Е., Лященко В.И., Кислый Б.П.</i> Экологическая безопасность при обслуживании гидравлического горно-шахтного оборудования	275
<i>Вдовина О.К., Высокинская Р.В. Лаврусевич А.А.</i> Некоторые аспекты переработки и утилизации промышленных отходов ОАО «Апатит»	277
<i>Воробьев А.Е., Джимиева Р.Б.</i> Модель строение террикона	279
<i>Сагинаев А.Т., Сарсенов А.М.</i> Мерсеризованная природная целлюлоза в качестве борселективного сорбента	281

<i>Хилько А.И., Калинина В.И.</i> Минимизация экологического урона при сейсмоакустическом профилировании дна морского шельфа и пойм больших рек на основе использования когерентных излучателей	283
<i>Мязина Н.Г.</i> Особенности содержания микроэлементов в подземных водах гидрогеологического бассейна ячеистых межкупольных мульд и типичных куполов Прикаспийской мегавпадины	285
<i>Кенжегалиев А., Чердабаев М.Т., Орешков С.С., Серикбаев Е.Ж., Сарсенов К.К.</i> Загрязнения северо-восточного Каспия биогенными элементами	287
<i>Алфёров И.Н., Яковенко Н.В.</i> Геоэкологическая оценка загрязнения подземных вод на территории Оренбургской области	289
<i>Сапликина Т.В.</i> Проблема загрязнения реки Енисей и возможность ее решения	291
<i>Счастливец Е.Л., Юкина Н.И.</i> Анализ многофакторных моделей загрязнения водных объектов и ранжирование разных видов техногенных вод (на примере Кемеровской области)	293
<i>Серяков С.В., Серякова Р.Э., Алферов И.Н.</i> Рискологические особенности эксплуатации территории левобережья р. Томи в границах г. Томска	295
<i>Краснов В.Г.</i> Малым рекам – долгую жизнь	300
<i>Соколов Е.С., Ерёмин В.Н., Решетников М.В.</i> Снеговой покров урбанизированных территории как индикатор геоэкологического состояния урбоэкосистем (на примере города Саратова)	302
<i>Эфендиева З.Дж.</i> Проблема рекультивация земель экологически нарушенных горными разработками	304
<i>Решетников М.В., Ерёмин В.Н., Добролюбова Н.В.</i> Петромагнитные свойства почв, их геоэкологическое значение и использование при решении природоохранных и геологических задач	306
<i>Пальцев И.С., Ерёмин В.Н., Решетников М.В.</i> Применение петромагнитного метода при изучении почвенного покрова над подземными хранилищами газа	308
<i>Кузнецов В.В., Решетников М.В.</i> Магнитная восприимчивость почв города Медногорска – как показатель степени его трансформации	310
<i>Амирова З.К., Белан Л.Н.</i> Стойкие органические загрязнители в атмосферном воздухе городов Кыргызстана, России и Казахстана	312
<i>Калашиник А.И., Гилярова А.А., Калашиник Н.А., Смирнова О.В.</i> К технико-экономической оценке исследований состояния накопителей жидких горнопромышленных отходов	313
<b>МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ</b>	315
<i>Мартынов А.А., Зазимко В.И., Гриценко А.В.</i> Программное обеспечение расчетов температуры воздуха в горных выработках глубоких угольных шахт	315
<i>Рахимбеков С.М.</i> Адаптация в геомеханике	317
<i>Тургунибаев М.С.</i> Конечно-элементный анализ ковша экскаватора в среде Ansys 15.0	317
<i>Новосельцев А.В.</i> Разработка цифровых модулей «VRG» и «VRG-analysis» в рамках исследований водорастворенных газов	320
<i>Сычева Н.А., Мансуров А.Н.</i> Сравнение оценок деформации земной коры Северного и Центрального Тянь-Шаня, полученных на основе сейсмических и GPS данных	322
<i>Гиясов А.А., Ли И.Т.</i> Автоматизированная система обработки	324

геологоразведочных данных	
<i>Мансуров А.Н.</i> Поле скорости современной деформации земной коры Северного и Центрального Тянь-Шаня по данным наблюдений ЦА-GPS-сети	326
<i>Сычева Н.А.</i> Применение метода волновой инверсии и сеймотектонических деформаций для оценки напряженно-деформированного состояния территории Центрального Тянь-Шаня	238
<b>ЭКОНОМИКА НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ</b>	<b>330</b>
<i>Муратова Ш.Н., Алимходжаев С.Р.</i> Концепция экологизации экономики добывающей отрасли	330
<i>Воробьев А.Е., Ибройева Л.</i> Современные тенденции инновационного роста национальной экономики Кыргызстана	332
<i>Воробьев А.Е., Ибройева Л.</i> Российские инвестиции в Кыргызстане	335
<i>Воробьев А.Е., Ибройева Л.</i> Зарубежный опыт республиканских промышленных кластеров	336
<b>ПОИСКОВО-РАЗВЕДОЧНЫЕ РАБОТЫ</b>	<b>340</b>
<i>Ройзенман Ф.М.</i> Высокоточный глубинный прогноз месторождений как основа минерально-сырьевой безопасности и эффективного инновационного развития	340
<i>Аббасов О.Р., Ибадзаде А.Д., Хасаева А.Б., Гусейнов А.Р., Ахундов Р.В., Балогланов Э.Э.</i> Углеродный потенциал глубокопогруженных отложений Гобустана (Азербайджан) (на основе горючих сланцев и нефтеносных пород, выбросов грязевых вулканов)	342
<i>Воробьев А.Е., Мартин Зарума Торрес</i> Глубинный анализ нефтяного месторождения	343
<i>Шустер В.Л.</i> Мозаичное строение фундамента и методы картирования пород-коллекторов	345
<i>Бубенчиков А.М., Бубенчиков М.А., Либин Э.Е., Худобина Ю.П.</i> Численное моделирование эволюции границы нефтяной залежи	346
<i>Воробьев А.Е.</i> Региональные особенности минерально-сырьевой базы НГМК	348
<i>Мирходжиев Б.И., Усманиев Э.А., Худойберганава Б.Б.</i> Геология и рудоносность западной части Южно-Нуратинских гор	353
<i>Мелентьев Г.Б., Воробьев А.Е.</i> Редкометалльный потенциал Кыргызстана: состояние и перспективы	355
<i>Турапов М.К., Акбаров Х.А., Дулабова Н.Ю., Жанибеков Б.О., Закиров О.Т., Уматов Н.Ф.</i> Структурные позиции золоторудных месторождений западного Узбекистана	357
<i>Пшеничкин А.Я., Ананьев Ю.С.</i> Поиски и локальный прогноз золоторудных месторождений по типоморфным свойствам пирита	359
<i>Турсебеков А.Х., Шарипов Х.Т., Ткаченко Е., Ким М., Намазбаев Ш.Н.</i> Минералого-геохимические особенности руд золоторудных месторождений, залегающих в графитизированных сланцевых толщах	361
<i>Гаврилов Р.Ю., Пшеничкин А.Я.</i> Изучение типоморфных свойств пирита золоторудного месторождения Западное (Ленский рудный район, Россия)	362
<i>Ваньшин Ю.В.</i> Бокситоносность и роль неотектоники в перспективной оценке территорий на алюминиевые руды	363
<i>Шамшиев О.Ш.</i> Роль вулканизма в образовании глинежа на угольных объектах южного Тянь-Шаня	365
<i>Воробьев А.Е., Джимиева Р.Б.</i> Возможные типы терриконов угольных шахт	368

<i>Рузанов В.Т.</i> Результаты поисково-разведочных работ на термоминеральные воды Чукотки	370
<i>Калитов Д.К., Завалей В.А., Калитова Л.К.</i> Результаты поисково-разведочных работ на термальные воды в Жаркентском артезианском бассейне Илийской впадины	372
<i>Абдурахмонов Г.А.</i> Факторы, влияющие на концентрацию тяжелых элементов и ртути в реках Ферганской долины	374
<i>Жураев М.Р., Азимова И.А.</i> Природные условия, связанные с формированием сероводородных вод по южному борту Ферганской впадины	476
<i>Назаров Н.Н., Копытов С.В., Фролова И.В.</i> Особенности дифференциации содержания песка в пойменных генерациях Верхней Камы	478
<b>ПРИБОРНО-МЕХАНИЧЕСКОЕ ОСНАЩЕНИЕ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ</b>	<b>380</b>
<i>Sadegh Khoshlesan, Ramin Doostmohammadi</i> Prediction the penetration rate of tunnel boring machine using artificial neural network	380
<i>Низаметдинов Ф.К., Долгонос В.Н., Низаметдинов Н.Ф., Низаметдинов Р.Ф., Идрисов К.В.</i> Современное состояние маркшейдерских служб горных предприятий Казахстана: перспектива развития инновационных технологий и подготовки кадров	380
<i>Мендебаяв Т.Н.</i> Скважинная видеосъемка – эффективное средство изучения недр Земли	383
<i>Смаилов Н.Ж.</i> Забойные гидромашин для бурения скважин	383
<i>Ратов Б.Т., Федоров Б.В., Коргасбеков Д.Р., Утепов З.Г.</i> Комбинированные долота шарошечного типа нетрадиционной конструкции	384
<i>Тошов Ж.Б.</i> Динамика опорных подшипников одношарошечных буровых долот	385
<i>Мясников А.А.</i> Принципы проектирования рациональных ударных систем молотков для бурения шпуров	387
<b>ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ОСВОЕНИИ НЕДР</b>	<b>389</b>
<i>Masood Shaveisi, Ramin Doostmohammadi</i> Prediction the backbreak extent using linear multiple regression and artificial neural network	389
<i>Балденко Д.Ф., Балденко Ф.Д.</i> Винтовые гидравлические машины и их роль в развитии топливно-энергетического комплекса	389
<i>Багрий Е.И., Сагинаев А.Т.</i> Дiamoндоиды в качестве заменителей наноалмазов	390
<i>Бржанов Р.Т.</i> Структура бетона раннего замораживания	394
<b>ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТРАДИЦИОННОЙ И ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ</b>	<b>395</b>
<i>Ибылдаев М.Х., Сексенбай М.Ж., Ратов Б.Т.</i> Мобильная ветровая электростанция	395
<i>Кузнецова Н.В., Щербаков В.И., Щукина Т.В.</i> К вопросу проектирования биогазовых установок для сельскохозяйственных предприятий	397
<i>Перегудов В.В., Шаутинов М.Р.</i> Зеленое золото Казахстана	399
<i>Сексенбай М.Ж., Ибылдаев М.Х., Мухамеджанұлы С.</i> Энергосбережение – важная задача по сохранению природных ресурсов	399
<i>Джураев Х.З.</i> Сущность проблемы управления ресурсосбережением на промышленном предприятии	401
<i>Таксинбаев</i> Геологические особенности строения и нефтегазоносности месторождения АКЖАР	403

*Научное издание*

**РЕСУРСОВОСПРОИЗВОДЯЩИЕ,  
МАЛООТХОДНЫЕ И ПРИРОДООХРАННЫЕ  
ТЕХНОЛОГИИ ОСВОЕНИЯ НЕДР**

Издание подготовлено в авторской редакции

Технический редактор *Н.А. Ясько*  
Компьютерная верстка *Е.В. Чекушина*  
Дизайн обложки *М.В. Рогова*

Подписано в печать 27.08.2015 г. Формат 60×84/16.  
Бумага офсетная. Печать офсетная. Гарнитура Таймс.  
Усл. печ. л. 24,18. Тираж 100 экз. Заказ 1088.

---

Российский университет дружбы народов  
115419, ГСП-1, г. Москва, ул. Орджоникидзе, д. 3

---

Типография РУДН  
115419, ГСП-1, г. Москва, ул. Орджоникидзе, д. 3, тел. 952-04-41

*Для заметок*

---