
ЛИКВИДАЦИЯ ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ «РЕЛИКТОВ» В СОВРЕМЕННОМ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИИ

А.Е. Воробьев, С. Тралбесси, Р. Ибрагимов, А.В. Власова

Российский университет дружбы народов
ул. Орджоникидзе, 3, Москва, Россия, 115419

В статье освещены проблемы современной нефтяной промышленности, связанные с недостаточным уровнем развития техники и технологии, которые, по мнению авторов, не позволяют в полной мере приступить к освоению недр.

К технико-технологическим «реликтам» относятся: буровой инструмент, используемый при проходке скважин; промышленные потери, возникающие при освоении нефтяных месторождений; нефтяные амбары.

Особое внимание уделено буровому инструменту, применяемому в современной нефтяной промышленности. Также в статье говорится о разрабатываемом и существующем оборудовании. Приводится схема гидроструйного монитора и схема технологических возможностей гидроструйных технологий.

Новое оборудование позволяет разрушать горные породы с наибольшей эффективностью, тем самым облегчая процесс бурения. При этом разрушение породы идет как снаружи (гидравлический удар), так и изнутри (акустически-волновое разрушение). В совокупности эти процессы увеличивают эффективность бурения.

Ключевые слова: технико-технологические «реликты», бурение, буровой инструмент, гидроструйный монитор, гидроструйные технологии

Во всех отраслях промышленного производства некоторое время неизбежно сохраняются «реликты» раннего производства (не соответствующие действующему технологическому укладу) [3].

С развитием научно-технического (технологического) прогресса эти «реликты» постепенно заменяются новыми, соответствующими действующему в этот период технологическому укладу технологиями. В кризисный период более эффективно осуществлять их целенаправленный поиск «реликтов», анализ причин сохранения и скорейшую замену новыми технологиями, работающими на иных принципах.

Проведенные нами технико-экономический анализ и прогнозные оценки тенденций развития нефтедобывающей отрасли (ее технологии и техники) позволили выявить следующие реликты, которые стали определенным тормозом для ее дальнейшего развития и от которых надо (и можно) полностью отказаться:

- существующий уровень автоматизации процессов;
- буровой инструмент, используемый при проходке скважин;
- промышленные потери, возникающие при освоении нефтяных месторождений;
- нефтяные амбары.

Перечисленные «реликты» могут быть с успехом заменены новыми техническими решениями, с существенно (в разы) более высокой эффективностью [1; 2].

Энергетическая основа современных сверхскоростных гидроструйных технологий — процесс превращения работы, совершаемой главными исполнительными органами технологического оборудования (мультипликатор и плунжер), в кинетическую энергию струи жидкости малого (желательно уровня нано-) диаметра. Для осуществления этого процесса нужно сжать рабочую жидкость (например, воду) до сверхвысоких давлений ($P \sim 400$ МПа) в Сибирском отделении РАН была создана гидравлическая пушка-водомер, выбрасывающая струю воды давлением около 400 МПа [4]. После выброса воды происходит ее продавливание через специально спрофилированное гидросопло, имеющее малый диаметр ($d_c < 0,1$ мм). На выходе из гидросопла эта струя воды, выбрасываемая со сверхзвуковой скоростью ($V \sim 800\text{—}900$ м/с), обладает громадной удельной кинетической энергией ($E_k > 250$ кДж/кг).

Кинетическая энергия сверхскоростной струи жидкости в зоне воздействия на забой скважины превращается в механическую энергию, в частности, в работу разрушения горных пород.

В последние годы появились работы [7], в которых (помимо рассмотрения традиционных механизмов работы сверхскоростных гидроструйных технологий) уже формируется научно-методическая база новых, достаточно специфических эффектов, пригодных для последующей практической реализации (рис. 2).

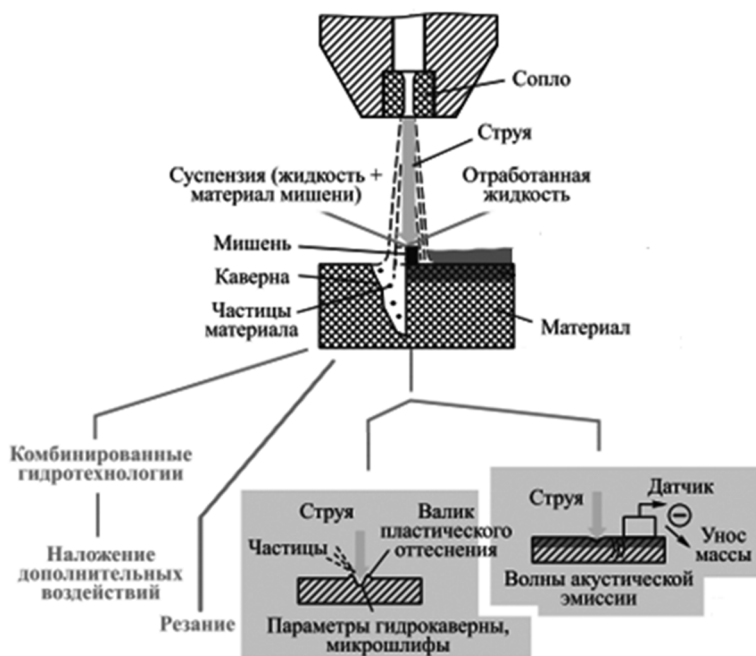


Рис. 2. Технологические возможности гидроструйных технологий [7]

Все эти традиционные и новые гидротехнологии объединяет их обобщающий аспект — интенсивная эрозия поверхности горных пород под воздействием высокоскоростной струи жидкости, причем в процессе такой эрозии участвует несколько важных факторов, среди которых следует назвать накопление целого комплекса повреждений в обрабатываемых горных породах, возникающих

вследствие их механической деформации в поверхностном слое, путем распространения волн напряжения, поперечного растекания ультраскоростной струи жидкости и ее дальнейшего проникновения внутрь горных пород [7].

Кроме очевидных результатов гидравлического удара ультраскоростной струи, на процесс эрозии несомненно влияют возникающие и перемещающиеся по массиву горных пород волны резких напряжений, последовательно отделяющиеся от места контакта продольные (дилатационные), поперечные (искажений или деформации сдвига) и поверхностные волны Рэлея [7].

Помимо мощного широкополосного акустически-волнового возмущения зоны взаимодействия ультраскоростной гидроструи с поверхностью горных пород в ней также имеют место интенсивная механоэмиссия электронов и другие явления электромагнитной природы [7]. Кроме того, после воздействия ультраскоростной струи жидкости достигается такое деформированное состояние, при котором на отдельных участках поверхности горных пород значительно возрастает концентрация дислокаций, внутренние напряжения которых превышают сопротивление излому и возникает зародыш трещины.

Углубления и кольцевые трещины образуются в результате резких деформаций поверхности горных пород под действием радиально расширяющегося пятна контакта гидроструи [7]. Повреждения такого рода вызываются значительными растягивающими изгибающими напряжениями, что получило название «механизм Инджел — Файелла». Непосредственно процесс эрозии происходит вследствие развития этих трещин, а интенсификация разрушения горных пород связана с отмеченной выше волновой спецификой.

Все перечисленные явления в наибольшей степени оказывают заметный вклад в процесс разрушения горных пород ультраскоростной струей жидкости (рис. 3). В случае гидроабразивной обработки механизм разрушения горных пород еще более усложняется процессом взаимодействия абразива с обрабатываемой поверхностью [7].

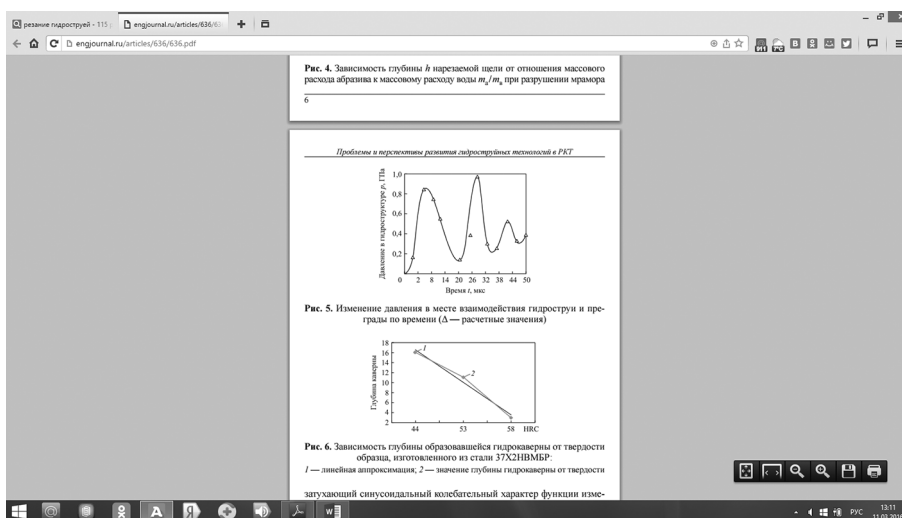


Рис. 3. Изменение давления в месте взаимодействия ультраскоростной гидроструи и поверхности горных пород во времени [7]

Для проходки скважин, кроме непрерывной ультразвуковой гидроструи, целесообразно применять также и прерывистую, импульсную ультразвуковую струю, выбрасываемую из сопла отдельными порциями [4].

Безусловно, все это приводит к изменению структуры поверхности горных пород, в частности, к локальному пластическому течению, оттеснению поверхностных слоев на периферию области удара ультразвуковой гидроструи, формированию микро- и нанотрещин, а также к их последующему развитию в течение всего времени воздействия на горные породы [7]. В результате под действием одного или нескольких из этих факторов (механизмов) возникает повреждение и разрушение определенного участка горных пород.

При этом наиболее производительными показали себя многосопловые насадки, которыми в горных породах (мраморе и граните) выбуривались круглые углубления [4]: ширина реза была до 5 мм, а глубина до 50 мм.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Воробьев А.Е., Гладуш А.Д.* Импортзамещающие нанотехнологии в топливно-энергетическом комплексе России. М.: РУДН, 2014. 158 с.
- [2] *Воробьев А.Е., Джимиева Р.Б.* Смена поколений технологий в нефтедобыче // Материалы VII Международной конференции «Ресурсовоспроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр», Москва-Ереван, 2008. М.: РУДН, 2008. С. 92–93.
- [3] *Воробьев А.Е., Шамшиев О.Ш., Маралбаев А.О., Каукенова А.С.* Пути научно-инновационного развития в XXI веке. Бишкек: Текник, 2014. 329 с.
- [4] Гидроструйное бурение. URL: <http://burovoereslo.ru/?id=13&view=page1s2> [Gidrostrujnoe burenie. URL: <http://burovoereslo.ru/?id=13&view=page1s2>]
- [5] *Литвинский Г.Г.* Концепция шахты XXI века: проблемы и их решение // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2006. № 10.
- [6] Рекомендации по устройству свайных фундаментов в вечномёрзлых грунтах с применением гидроструйной технологии. М.: ВНИИС, 1986.
- [7] *Тарасов В.А., Галиновский А.Л.* Проблемы и перспективы развития гидроструйных технологий в ракетно-космической технике // Инженерный журнал: наука и инновации. 2013. Вып. 3. URL: <http://engjournal.ru/catalog/machin/rocket/636.html>

TECHNICAL AND TECHNOLOGICAL “RELICT” IN THE MODERN USE OF MINERAL RESOURCES

A.E. Vorobiev, S. Tralbessi, R. Ibragimov, A.V. Vlasova

Peoples' Friendship University of Russia
Ordzhonikidze str., 3, Moscow, Russia, 115419

The article technical and technological “relicts” in the contemporary resource use problems of the modern oil industry, connected with insufficient level of development of techniques and technologies that, in the opinion of the authors does not allow to fully start the development of mineral resources.

As examples of “relicts” provided drilling tools used in borehole drilling; industrial losses that occur during the development of oil fields; oil pits.

Special attention is paid to the drilling instrument used in modern petroleum industry. The article also refers to developing and existing equipment. There are works of Tarasov as fundamental for the further development of techniques and technologies used in drilling.

The scheme of high-pressure water monitor and the scheme of technological capabilities of water-jet technology.

The new equipment allows to destroy the rocks with the greatest efficiency, thereby facilitating the drilling process. While the destruction of the breed is on the outside (hydraulic impact) and from inside (acoustically-wave destruction). Together, these processes increase the efficiency of drilling.

Key words: technical and technological “relics”, drilling, drilling tools, water-jet monitor, water-jet technology

REFERENCES

- [1] Vorobyev A.E., Gladush A.D. Importozameshajushhie nanotehnologii v toplivno-jenergeticheskom komplekse Rossii [Import-substituting nanotechnologies in fuel-energy complex of Russia]. M.: RUDN, 2014. 158 s.
- [2] Vorobyev A.E., Genieva R.B. Smena pokolenij tehnologij v neftedobyche. Materialy VII Mezhdunarodnoj konferencii «Resursovosproizvodjashhie, maloohodnye i prirodohrannye tehnologii osvoenija nedr», Moskva-Erevan, 2008 [Change of generations of technologies in oil production. Proceedings of the VII International conference “resource-reproducing, low-waste and environmental technology development of mineral resources”, Moscow-Yerevan, 2008]. M.: RUDN, 2008. S. 92—93.
- [3] Vorobyev A.E., Shamshiev O.Sh., Karavaev A., Kaukenov A.S. Puti nauchno-innovacionnogo razvitija v XXI veke [The Ways of innovative development in the XXI century]. Bishkek: Teknik, 2014. 329 s.
- [4] Water-jet drilling. URL: <http://burovoeremeslo.ru/?id=13&view=page1s2>
- [5] Litvinsky G.G. Konceptija shahty XXI veka: problemy i ih reshenie. Gornyj informacionno-analiticheskij bjulleten' (nauchno-tehnicheskij zhurnal) [The Concept of the mine of the twenty-first century: problems and their solution. The Mining information and analytical Bulletin (scientific and technical journal)]. 2006. № 10.
- [6] Rekomendacii po ustrojstvu svajnyh fundamentov v vechnomerzlyh gruntah s primeneniem gidrostrujnoj tehnologii [Recommendations for arrangement of pile foundations in permafrost soils with the use of water-jet technology]. M.: VNIIS, 1986.
- [7] Tarasov V.A., Galinovskiy A.L. Problemy i perspektivy razvitija gidrostrujnyh tehnologij v raketno-kosmicheskoy tehnike. Inzhenernyj zhurnal: nauka i innovacii [Problems and prospects of development of water-jet technology in rocket and space technology. Engineering journal: science and innovations]. 2013. Vyp. 3. URL: <http://engjournal.ru/catalog/machin/rocket/636.html>