

ВОЗДЕЙСТВИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ТЕХНОГЕННОГО РТУТНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ В АМАЗОНИИ В РЕЗУЛЬТАТЕ СТАРАТЕЛЬСКОЙ ЗОЛОТОДОБЫЧИ

С.А. Воробьев¹, Е.В. Станис²

¹Геологический факультет
Московский государственный университет
Воробьевы горы, Москва, Россия, 119899

²Экологический факультет
Российский университет дружбы народов
Подольское шоссе, 8/5, Москва, Россия, 113093

Формирование техногенного загрязнения ртутью в бассейне р. Амазонки происходит в условиях влажного тропического климата. Исследования, проведенные в бассейне р. Топажос, показали, что при хранении отвалов на открытом воздухе содержание ртути снижается почти в 40 раз. В результате выщелоченная из минеральных соединений ртуть поступает в окружающую среду, формируя техногенное загрязнение на территории, многократно превышающей территорию золотодобывающего объекта.

Ключевые слова: ртуть, геохимический фон, отвалы, техногенное загрязнение, старательская золотодобыча, Амазония.

Экологические проблемы в районах разработки полезных ископаемых, в том числе и золота, как открытым, так и подземным способом в значительной мере связаны с нарушением ресурсной функции литосферы, гидросферы и атмосферы, включая их жизнеобеспечивающие функции. Основными объектами воздействия во всех случаях являются: абиотическая составляющая экологических систем различного уровня (геологическая среда, поверхностные и подземные воды, рельеф), почвы, биотическая составляющая (растительность, животный мир, микроорганизмы, грибы, лишайники) [9].

Особенности каждой территории, которые связаны со значительной пространственной неоднородностью петрографического состава материнских пород, климатом, геоморфологией, интенсивностью биогеохимических процессов и т.д., будут определять специфику воздействия золотодобычи на окружающую среду. Для бассейна р. Амазонки это связано с воздействием золотодобычи на экологические

системы влажных тропических лесов в условиях значительного поверхностного стока, периодического чрезмерного увлажнения, выносом в реки бассейна техногенно переработанного диспергированного материала, содержащего соединения ртути. К фактору, осложняющему экологическую обстановку на этой территории, необходимо отнести социальный фактор, который связан с кустарной (непромышленной) золотодобычей с использованием соединений ртути. В связи с тем, что население исследуемой территории использует в пищу продукты преимущественно собственного земледелия и рыболовства, возникают значительные риски для его здоровья при использовании продуктов с повышенным содержанием ртути. Наиболее чувствительны к воздействию ртути две группы: человек на стадии внутриутробного развития и те, кто регулярно подвергается воздействию высоких уровней ртути (с пищей или в процессе работы). В Бразилии, Канаде, Китае, Колумбии и Гренландии, по данным Центра СМИ ВОЗ, среди отдельных групп населения, живущего рыбной ловлей, от 1,5 до 17 детей на каждую тысячу страдают от когнитивных нарушений (умеренной олигофрении), вызываемых потреблением рыбы, содержащей ртуть [3].

Как отмечает ряд ученых, фактических данных по содержанию ртути в почвах, донных осадках и во взвешенных наносах на различных территориях явно недостаточно для того, чтобы выработать научно обоснованные пути снижения рисков ртутного заражения экосистем и отравления людей, связанных с золотодобычей, в особенности с низким уровнем доходов [4].

Некоторые аспекты добычи золота в Бразилии. По данным специалистов, запасы золота в Бразилии относительно невелики — менее 2 тыс. т. Добыча золота активно ведется в штатах Минас-Жерайс, Пара, Гойас, Мату-Гросу, Баия с конца XVI в. По данным на 2012 г. официальная добыча золота Бразилии составляет 40 т в год, при этом нелегально дополнительно добывается до 10 т золота [7]. Государство не в состоянии в полной мере контролировать всю добычу этого металла, поэтому ряд экспертов предполагает, что фактическая добыча может достигать до 200 т в год. По материалам, опубликованным на некоторых сайтах, утверждается, что «между реками Тапажос и Арагуя на прииске — Куи-Куи ежемесячно добывают 150—200 кг золота» [1]. Судить о достоверности этой информации не представляется возможным, так как координаты этого прииска авторами не указываются и проверить опубликованные сведения не представилось возможным. Однако в целом эта оценка не противоречит реальным масштабам отработок.

Интенсивный рост добычи золота в Бразилии начался с конца 1970-х гг., когда приступили к промышленному освоению района р. Амазонки, именуемого Амазонией. Одним из наиболее крупных золотодобывающих районов этого региона является бассейн р. Тапажос в штате Пара. Первое россыпное золото там было найдено в 1958 г. Первоначально добыча проводилась только в руслах и поймах рек, позднее началась разработка коренных месторождений. Большинство разрабатываемых рудных объектов представлены кварц-сульфидными жилами и отдельными штокверками вметасоматически измененных интрузивных и вулканических пород кислого состава.

Интенсивная эксплуатация недр при золотодобычных работах является одним из факторов техногенного воздействия на этот уникальный природный ландшафт. Рудная минерализация наряду с золотом, содержание которого достигает сотни грамм на тонну, представлена сфалеритом, халькопиритом, галенитом, молибденитом, пиритом, пирротином и магнетитом. Разнообразие минералогического состава определяет широкий спектр химических элементов, сопутствующих золоту. Их миграция в окружающую среду отвалов на участках переработки золотосодержащих руд приводит к заражению почв и вод токсичными соединениями химических элементов. Одним из наиболее опасных веществ является ртуть, содержание которой постоянно растет в почвах золотодобывающих районах. Ртуть — это элемент с низкой распространенностью, но может концентрироваться локально. Растворенная ртуть во всех валентных состояниях (Hg^0 , Hg^+ , Hg^{2+}) хорошо сорбируется на различных минералах и органическом детрите. Сорбции препятствуют высокие концентрации Cl^- , Br^- и I^- , в условиях смешения морских и речных вод может происходить десорбция. [8]. Различные формы ртути (элементарная (или металлическая), неорганические соединения и органическая (метилртуть)) различаются между собой по степени токсичности и по их воздействию на нервную, пищеварительную и иммунную системы, на органы дыхания, кожный покров и органы зрения. Отходы, которые содержат ртуть, по степени токсичности относятся к I классу опасности.

Часто повышенное содержание ртути связывают с тем, что она традиционно используется для извлечения золота из рудного концентрата. Ртутная амальгамация является самым легким и дешевым способом извлечения золота, но этот метод весьма опасен. Соуза и Вейга по результатам своих предварительных исследований в 2009 г. в Бразилии сообщали, что на каждого из 40 тыс. старателей, работающих в районе Крепори (бассейн Тапажос), в среднем приходится по 40 г ртути в месяц [7].

Однако вряд ли только амальгамационная ртуть является единственной причиной широкомасштабного загрязнения экосистем в исследуемом районе. Она применяется для извлечения главным образом тонкого золота, доля которого в суммарной добыче не столь велика. Ориентировочные расчеты показывают, что для этого масса «выброшенной ртути» должна многократно превышать ее реально используемое количество.

В 2012 г. в междуречье бассейне р. Топажос в 220 км к югу отокружного центра г. Итайтуба одним из авторов были проведены работы по изучению состава ореолов и потоков техногенного загрязнения на участках старательской добычи золотоносных руд в окрестностях старательского поселка Сан Домино. Схема расположения района работ показана на рис. 1.

Обследованная площадь составила более 50 км². В ее пределах разрабатывается восемь золоторудных объектов, ориентировочно относящихся к классу мелких-средних месторождений по классификации В.И. Красникова. Отработка этих объектов ведется старателями (гаримпейрос) с применением малой механизации (рис. 2) ручным способом.



Рис. 1. Схема расположения района исследования



Рис. 2. Карьерная отработка гаримпейрос верхней части золотоносной жилы, дезентегрированной процессами латеритного выветривания

Район исследования находится в тропическом климате. Среднегодовая температура в регионе составляет около 27°C . Относительная влажность воздуха в течение всего года выше 80%. Среднегодовое количество осадков составляет около 2000 мм. Обильный поверхностный сток формирует изрезанный рельеф территории с большим количеством малых временных и постоянных водотоков с крутыми склонами. Большая часть площади покрыта вечнозеленым тропическим дождевым лесом, типичным для Амазонской низменности. Лес многоуровневый, кроны деревьев достигают высоты в 25—30 м. Поверхностный слой земли представлен глинистой латеритной корой выветривания оранжево-желтого цвета мощностью от 5 до 30 и более м.

Потребность в пастбищах для выпаса скота и необходимость проведения горных работ привела к тому, что на многих участках лесная растительность сведена выжиганием. Многочисленные отработки старателей местами сливаются в единые пятна площадью в десятки гектаров, в пределах которых образовались заболоченные участки и рукотворные озера, расположенные вдоль русел многочисленных рек и ручьев, дренирующих территорию Амазонии (см. рис. 2).

На берегах и в поймах рек располагаются многочисленные необустроенные хвостохранилища, где складываются продукты переработки золотоносных руд. Нарушенный природный ландшафт способствует эрозии почвенного покрова, что, в свою очередь, активизирует процессы миграции в окружающую среду токсичных соединений.

Объекты исследования и методика работ. Получение рудного концентрата ведется на участках добычи и на отдельно расположенных площадках, куда подвозится вынутая руда. Для получения сведений о составе компонентов техногенного загрязнения в пределах исследуемой территории были отобраны рудные штуфы из разрабатываемых золоторудных объектов. Всего было отобрано 48 образцов руды, характеризующих все горизонты эксплуатируемых месторождений.

При старательской добыче извлечение золота, как правило, выполняется на шлюзах лестничного типа, куда водой с молотковых дробилок подается измельченная руда. Частицы золота улавливаются закрепленной ворсистой тканью или покрытыми ртутью цинковыми и медными листами, выстилающими дно лотка, по которому стекает рудная пульпа (рис. 3).



Рис. 3. Фрагмент космического снимка территории штата Пара со следами старательских отработок (слева) и поверхность земли на участке сведения леса (справа)

Всего с различных пунктов переработки руд было отобрано 15 проб шлама. Девять из них взяты на действующих площадках переработки руды, работающих в постоянном режиме около полугода. Шлам со шлюзов представляет собой песчано-глинистую массу со следами тока воды по поверхности, на которой имеются пятнаскопления механически устойчивых к истиранию минералов повышенной плотности (рис. 4).



Рис. 4. Подготовка амальгамационного шлюза к работе

Шесть проб характеризуют старые «хвосты отработки», пролежавшие в открытом состоянии на поверхности земли более года, поросшие растительностью. Тонкозернистая фракция вынесена из них ливневыми водами, вследствие чего эти отложения представлены песчано-гравийной смесью, состоящей из неокатанных частиц кварца и рудовмещающих горных пород различного состава с многочисленными включениями окисленных сульфидных минералов.

С каждого участка отбиралась сборная одна проба массой до 1,5 кг, она готовилась объединением 10—15 точечных проб, взятых с глубины 10—20 см, равномерно покрывавших всю исследуемую площадь.

Все пробы проанализированы масс-спектрометрическим методом с индуктивно связанной плазмой (ICP-MS) на 36 химических элементов в аналитическом центре Acme Analytical Laboratories Ltd. (Vancouver, Canada), имеющим международную аккредитацию. Чувствительность анализов этой лаборатории (табл. 1) многократно превышает кларки глинистых пород, одной из главных составляющих почвенных образований. Столь высокая чувствительность выполняемых анализов обеспечивает надежное определение всех содержаний проанализированных химических элементов в области нормального геохимического фона (табл. 2). Численные оценки местного геохимического фона почв и донных отложений водотоков получены по данным поисковых геохимических съемок, выполненных в этом районе под руководством одного из авторов. В качестве оценок взяты медианы распределений содержаний элементов выборочных совокупностей в предположении логнормального закона распределения случайных величин. Полученные оценки можно признать состоятельными, так как объем выборок составлял более полутора сотен наблюдений.

Таблица 1

Чувствительность определений элементов (C_{\min}) в аналитическом центре Acme Analytical Laboratories Ltd и величины их кларков ($C_{\text{кл}}$) в глинистых сланцах в г/т [2]

Элемент	C_{\min}	$C_{\text{кл}}$	Элемент	C_{\min}	$C_{\text{кл}}$	Элемент	C_{\min}	$C_{\text{кл}}$
As	0,1	6,6	Sr	0,5	220	Pb	0,01	20
Ba	0,5	640	Mn	1	200	Cu	0,1	60
Bi	0,02	0,25	Mo	0,01	1	Co	0,1	20
Cd	0,01	0,3	Ni	0,1	60	Hg	0,005	40
Cr	0,5	110	V	2	120	Tl	0,02	1
Sb	0,05	2	Zn	0,1	90	Th	0,1	11,8

Величины ошибок аналитических работ оценены по данным повторного анализа дубликатов ранее проанализированных проб. Погрешности анализов не превышали допустимый уровень случайных ошибок. Сравнение данных первичных и повторно-контрольных наблюдений показало, что доля аналитической изменчивости в суммарной дисперсии геохимического поля составляет 12%, что не превышает допустимый уровень случайных ошибок для этого вида геолого-геохимических работ [6].

Результаты и обсуждение. Отработка золоторудных объектов ведется старателями (гаримпейрос) ручным способом. При такой технологии добычи экономически выгодно обрабатывать только богатые руды с содержанием золота более 10 г/т. Вследствие этого в отвалах переработанной руды содержание золота часто превышает 1 г/т, а в отдельных случаях достигает 10 и более грамм на тонну. Большое количество рудного материала в хвостах переработки обуславливает высокое содержание в них элементов, сопутствующих золоту. Содержания элементов токсичной группы в области геохимического фона, в золотоносных рудах и продуктах их переработки на территории старательских работ в окрестностях поселка Сан Домино приведены в табл. 2.

Таблица 2

Содержания элементов (г/т) токсичной группы в области геохимического фона, в золотоносных рудах и продуктах их переработки

Элемент	Руда	Хвостохранилища		Почва	Донные отложения
		действующие	старые		
As	145	121	28	2,0	2,0
Ba	293	317	120	134,0	157,3
Bi	85	10	5	0,2	0,1
Cd	0,5	0,3	0,2	0,2	0,2
Cr	22	25,5	26,2	11,2	18,3
Sb	3,1	0,5	0,5	0,3	0,3
Sr	10,5	8,3	9	12,8	18,2
Mn	1 602	1 675	1 710	342	349
Mo	7	6,3	2,5	0,7	0,4
Ni	29	24,5	5,7	10,2	9,2
V	153	125	136	167,0	179,6
Zn	182	102	62	52,4	40,0
Pb	175	55	43	19,6	16,9
Cu	167	135	66	51,3	71,4
Co	21,8	19,4	12,9	5,7	5,0
Hg	26,1	15,2	0,44	0,05	0,05
Tl	0,8	0,9	1,0	1,0	0,3
Th	16	15	17	13,5	10,0

Как видно из приведенной таблицы, для большинства элементов содержания в рудах многократно превышают их геохимический фон. Диапазон изменения концентраций элементов в самих рудах весьма велик, максимальные значения в среднем в пять раз превышают их средние содержания. Наибольшие отклонения от среднего значения имеют мышьяк, свинец, цинк, медь и ртуть. Содержания этих элементов в рудах связаны положительными корреляционными связями с золотом. В ряде проб максимальное содержание ртути превышает 100 г/т, что более чем в 500 раз превышает ее содержание в области фона в удалении от рудных объектов. Следует отметить, что среднее содержание ртути в неизмененных рудовме-

щающих породах равно 0,034 г/т, эта величина весьма близка к содержанию этого элемента в почве и донных осадках на территории исследуемого района.

Содержания элементов в продуктах переработки руд, отобранных из отвалов действующих шлюзов, в среднем на 1,6 раза ниже, чем в подаваемых на них рудах. При дроблении руд на молотковых дробилках основной гранулометрический класс составляют частицы размером менее 0,25 мм. Их доля в общем объеме материала, подаваемого на шлюз, составляет около 50%. Частицы самого малого размера сносятся водой, что приводит к значительному понижению содержаний элементов рудной ассоциации (Cu, Zn, Pb, As, Bi, Hg), входящих в состав механически малоустойчивых сульфидных минералов. Следует заметить, что содержание ртути в отвалах практически не зависит от того, каким материалом выстлано дно обогатительного шлюза — тканью или амальгамированными листами металла.

Содержания меди, свинца, цинка, мышьяка в старых отвалах почти в 2 раза меньше, чем в хвостах отработки действующих шлюзов. Причина этого вполне понятна: с началом сезона дождей активизируются процессы разложения и трансформации растительного опада и отмершей части корневой системы. Поступление с дождевыми водами органических соединений в кору активизирует процессы окисления и химического разрушения минеральных частиц и выносу их поверхностными водами. Содержание ртути в отвалах при этом снижается почти в 40 раз. Столь резкое снижение содержания ртути по сравнению с другими элементами вероятно, обусловлено параллельно протекающим процессом испарения ее в атмосферу.

По данным определений состава атмосферных газов в разрезе латеритной коры выветривания, их содержания периодически изменяются течение суток. Мощность слоя, в пределах которого наиболее резко проявлены эти изменения, в среднем составляет 5 м. Одним из факторов, обуславливающих этот процесс, являются суточные вариации состояния приземной атмосферы. После захода солнца понижается температура воздуха и растет его давление, в дневное время, наоборот, растет температура и понижается давление. Исследования, выполненные в районах латеритного почвообразования, показали, что содержания газов в верхней кромке земли и значения атмосферного давления связаны корреляционной зависимостью. Повышение давления приводит к притоку атмосферного воздуха в толщу пород, что ведет к повышению содержания кислорода, окисляющего сульфиды токсичных металлов. Одновременно это ведет к понижению парциального давления паров ртути над содержащими ее минеральными агрегатами, что способствует ее переходу в газовую фазу. Следующее за этим снижение атмосферного давления обуславливает течение газов из почвы в атмосферу, что активизирует переход ртути в газообразное состояние и дальнейшую ее миграцию в атмосферу.

В приземном слое воздуха ртуть переносится воздушными потоками, при этом часть ее сорбируется пылевидными частицами. Миграция аэрозольных частиц в приземной атмосфере зависит от структуры воздушных потоков и метеорологических условий. Ветры постоянно меняют направление, обеспечивая в результате турбулентного перемешивания равномерность распределения взвешенных

частиц ртути в приземной атмосфере. Среднее время пребывания аэрозольных частиц в приземном слое составляет около двух недель. В конечном итоге под действием гравитации и вымывания дождями они выпадают на поверхность, из года в год расширяя зону техногенного загрязнения.

Полученные данные позволяют предположить, что при старательской разработке месторождений золота в бассейне водосбора р. Топажос при извлечении 1 г золота из тонны руды в окружающую среду в среднем поступает 1,3 г самородной ртути. Насколько можно распространить полученные данные на все золотодобывающие регионы Бразилии, у авторов сведений нет. Так, «на месторождении Токантинзинью (Tocantinzinho) запасами золота в 23 т, в бассейне водосбора р. Тапажос, среднее содержание золота составляет 1,33 г/т» [1]. Однако сходство минерального состава руд позволяет предположить, что соотношение содержаний золота и ртути сохраняет установленное соотношение.

Если предположить, что аналогичная ситуация с хранением продуктов переработки золотосодержащих руд возможна во всех золотодобывающих регионах Бразилии, то при годовой добычи золота в 60 тв окружающую среду может быть привнесено более 600 т ртути в год. Этого количества достаточно, чтобы на площади в 1000 км² ее фоновое содержание в почвенном слое мощностью в 0,3 м возросло в два раза с 0,05 до 0,1 г/т. Если неучтенное количество добываемого золота превышает приведенную цифру, то площадь возможного заражения почв ртутью будет существенно больше. Их оценки, исходя из количества добываемого металла и глубины заражения почв, сделать не трудно.

Для принятия мероприятий по блокированию нарастающего ртутного заражения почв и рек этого уникального региона нашей планеты и последующей его ликвидации необходимы целенаправленные исследования, которые позволят учесть все беды и выгоды нарастающей золотодобычи в этом регионе.

При изучении отвалов участков старательской добычи золотоносных руд в штате Пара по данным геохимического опробования были определены содержания элементов Hg, Cu, Pb, As, Zn, химические соединения которых способны оказывать токсичное воздействие на окружающую среду. Оценки средних содержаний этих элементов на порядок и более превышают их местный геохимический фон. При этом при хранении отвалов на открытом воздухе содержание меди, свинца, цинка, мышьяка снижается в 2 раза, а содержание ртути — почти в 40 раз, в результате чего овысвободившаяся из минеральных соединений ртуть поступает в окружающую среду, формируя техногенное загрязнение окружающей среды на территории, многократно превышающей площадь золотодобывающего объекта.

Таким образом, загрязнение окружающей среды ртутью при старательской золотодобыче в районе исследований связано не только с применением амальгамационной ртути, но и высоким ее содержанием в рудных минералах, которые, разрушаясь под воздействием климатических условий Амазонии, химического состава

ва поверхностных и почвенных вод, создают источник ртути, активно мигрирующей в приземной атмосфере, поверхностных и почвенных водах. При этом территория вторичного техногенного загрязнения существенно превышает территорию добычи золота.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Добыча золота в Бразилии. Персональный сайт — Кризис, геополитика, финансы, золото [электронный ресурс]. — URL: <http://oko-info.narod.ru/index/0-117>
- [2] Мамедов В.И., Воробьев С.А. Газовый режим бокситоносной латеритной коры выветривания (республика Гвинея) // Вестник МГУ им. М.В. Ломоносова. Серия «Геология». — 2011. — № 6. — С. 28—36.
- [3] Ртуть и здоровье: Информационный бюллетень. — Центр СМИ ВОЗ, 2012. — №361. [электронный ресурс]. — URL: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs361/ru/index.html>
- [4] Савенко В.С. Химический состав взвешенных наносов рек мира. — М.: ГЕОС, 2006.
- [5] Сандра Гарсиа. Непромышленная добыча золота в развивающихся странах: проблемы и пути решения // Золотодобыча. — Март, 2012. — № 160.
- [6] Справочник по геохимическим методам поисков полезных ископаемых. — М.: Недра, 1990.
- [7] Теневая добыча золота Клуб трейдеров sMart-lab.ru [электронный ресурс]. — URL: <http://smart-lab.ru/blog/84370.php>
- [8] Leermkers M., Meuleman C., Baeyens W. Mercury speciation in the Scheldt estuary // Water, Air and Soil Pollut. 1995. V. 80. № 1/4. P. 641—652.
- [9] Stanis E. Underground mining influences on an environment // Proceedings of the ISSMGEs fifth international congress organized by the Geoenvironmental Research Centre. Cardiff University and held at Cardiff Hall on 26—30th June 2006. Opportunities, Challenges and Responsibilities for Environmental Geotechnics, v 2, 2006. P. 1115—1120.

LITERATURA

- [1] Dobycha zolota v Brazilii. Personal'nyj sajt — Krizis, geopolitika, finansy, zoloto [jelektronnyj resurs]. — URL: <http://oko-info.narod.ru/index/0-117>
- [2] Mamedov V.I., Vorob'ev S.A. Gazovyj rezhim boksitonosnoj lateritnoj kory vyvetrivanija (republika Gvineja) // Vestnik MGU im. M.V. Lomonosova. Serija «Geologija». — 2011. № 6. — S. 28—36.
- [3] Rtuť i zdorov'e: Informacionnyj bjulleten'. — Centr SMI VOZ, 2012. — №361. [jelektronnyj resurs]. — URL: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs361/ru/index.html>
- [4] Savenko V.S. Himicheskij sostav vzveshennyh nanosov rek mira. — M.: GEOS, 2006.
- [5] Sandra Garsia. Nepromyshlennaja dobycha zolota v razvivajushhihsja stranah: problemy i puti reshenija // Zolotodobycha, Mart, 2012. — № 160.
- [6] Spravochnik po geohimicheskim metodam poiskov poleznyh iskopaemyh. — M.: Nedra, 1990.
- [7] Tenevaja dobycha zolota Klub trejderov sMart-lab. ru [jelektronnyj resurs]. — URL: <http://smart-lab.ru/blog/84370.php>
- [8] Leermkers M., Meuleman C., Baeyens W. Mercury speciation in the Scheldt estuary // Water, Air and Soil Pollut. 1995. V. 80. № 1/4. R. 641—652.
- [9] Stanis E. Underground mining influences on an environment // Proceedings of the ISSMGEs fifth international congress organized by the Geoenvironmental Research Centre. Cardiff University and held at Cardiff Hall on 26—30th June 2006. Opportunities, Challenges and Responsibilities for Environmental Geotechnics, v 2, 2006. P. 1115—1120.

PECULIARITIES OF FORMATION OF TECHNOGENIC MERCURY POLLUTION IN THE AMAZON AS A RESULT OF ARTISANAL GOLD MINING

S.F. Vorobev¹, E.V. Stanis²

¹Geological Faculty
Lomonosov Moscow State University
Vorobyovy Gory, Moscow, Russia, 119899

²Ecological faculty
the Russian University of Friendship of Peoples,
Podolsk shosse, 8/5, Moscow, Russia, 113093

The formation of technogenic mercury contamination in the Amazon basin occurs in a humid tropical climate. Investigations that have been conducted in the river basin. Topazhos showed that when stored outdoors waste dumps the mercury content is reduced by almost to 40 times. As a result mercury, which leached from the minerals transferred to the environment, forming technogenic pollution in the territory, many times greater than the territory of the gold mining plot.

Key words: mercury, geochemical background, dumps of, technogenic pollution, artisanal gold mining, the Amazonia.