

УДК 502.55:620.26

И.Ю. Рассказов, А.М. Поздняков, Л.Т. Крупская

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ
ПРОБЛЕМЫ ЛИКВИДАЦИИ ТЕХНОГЕННОГО
РТУТНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ
В РАЙОНЕ ШЛИХООБОГАТИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК
ЗОЛОДОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

Изложены технологические и технические решения проблемы ликвидации техногенного ртутного загрязнения на территории россыпной золотодобычи.

Ключевые слова: техногенное ртутное загрязнение, золотодобывающее предприятие, токсичные химические элементы, обоганительное оборудование.

В связи с истощением запасов природных россыпей на юге Дальнего Востока все острее встает вопрос о необходимости интенсивного вовлечения в повторную отработку техногенные россыпные месторождения, в том числе загрязненные ртутью, а также разработки экологически чистой технологии их освоения. В период 2000-2007 гг. проведены масштабные работы по адаптации промышленного обоганительного оборудования к решению задачи ликвидации локальных загрязнений и очистки территорий шлихообоганительных установок (ШОУ) золотодобывающих предприятий Хабаровского края и Амурской области от ртути, свинца, мышьяка и других токсичных веществ.

Детальный анализ видов и факторов ртутного загрязнения и характеристика известных очагов загрязнения приведены в работах [1-6]. Однако для обеспечения экологической безопасности населения горняцких поселков от ртутного и иного загрязнения необходима разработка и последующая реализация программы конкретных мероприятий, направленных на решение проблемы ликвидации ртут-

ного загрязнения территории ШОУ в процессе золотодобычи.

Результаты исследования свидетельствуют о том, что источники загрязнения ртутью территории горнопромышленного освоения, в том числе ШОУ, можно условно разделить на две группы: 1) Потери отходов в процессе амальгамации, допущенные при нарушении правил их складирования - в конкретном случае часть «хвостов» доводки золотосодержащих концентратов разбрасывалась по территории в нарушение требований действующего природоохранного законодательства; 2) Не соблюдение правил эксплуатации оборудования для амальгамации, в частности, при эксплуатации ретортных печей на ШОУ допускались ураганные выбросы паров ртути в окружающую среду, которые конденсировались и выпадали в виде капель, как на территории ШОУ, так и за ее пределами. Прямым свидетельством таких нарушений является наличие значительных количеств чистой ртути в трубопроводах системы вентиляции ретортной печи и на ограждающих элементах (например, после удаления линолеумного покрытия пола в поме-

щении ретортной печи на ШОУ Херпучинского прииска обнаружены сплошные лужи чистой ртути).

В процессе освоения россыпных месторождений накоплены большие объемы отходов горного производства. К ним относятся не только вскрышные породы, но и продукты дражной и гидравлической переработки аллювиальных золотоносных отложений, «хвосты» шлихообогатительных установок (ШОУ). Они характеризуются значительным содержанием токсичных химических элементов, оказывающих негативное воздействие на природные системы [1-4]. В отходах обогащения обнаружено до 60 мг/кг техногенной ртути, а также пирита, арсенопирита и др. Неслучайно, в местах отработок исчезают редкие виды флоры и фауны, снижаются биоразнообразие и биологическая продуктивность.

Одним из перспективных направлений ликвидации очаговых загрязнений ртутью и другими вредными веществами является использование стандартного обогатительного оборудования. В течение последних лет авторам удалось подобрать оптимальный параметрический ряд обогатительного и гидрометаллургического оборудования, отработать параметры, смонтировать и запустить в эксплуатацию установку по извлечению ртути и суммы тяжелых минералов из отвалов ШОУ.

Так, например, на отдельных объектах ШОУ Софийского (п. Софийск Верхнебуреинского района Хабаровского края) и Херпучинского (п. Херпучи район Полины Осипенко Хабаровского края) приисков было извлечено 100,3 и 37,5 кг ртути соответственно. Кроме того, с очищаемых территории удалено 80 и 43 кг свинца, 180 и 135 кг смешанного сульфидного концентрата (арсенопирит и пирит). Объемы переработки по объектам составили:

– ШОУ Софийского прииска – 150 т песчано-гравийного материала и растительного слоя;

– ШОУ Херпучинского прииска – 130 т.

Переработка ртутьсодержащих материалов на ШОУ включала следующие операции:

1) Ручная зачистка территории ШОУ со снятием слоя грунта мощностью 10-25 см (в зависимости от глубины распространения ртути, контролируемой оперативным геологическим опробыванием). В результате зачистки получено 200-230 т породы, из которой грохочением выделен (после тщательной промывки водой на грохоте) материал крупностью 0-20 мм в количестве 130-150 т. Этот материал совместно с «лежалыми хвостами» доводки и составил исходный продукт, подвергаемый механической и термической демеркуризации;

2) Механическая демеркуризация реализуется путем гравитационного концентрирования ртути;

3) Термическая – отгонкой ртути из продуктов гравитационного концентрирования в водоохлаждаемой реторте.

– Для реализации механического способа очистки применялось следующее оборудование:

– бункер-накопитель исходного материала;

– шаровая мельница О-36 объемом 0,6 м³ с шаровой загрузкой массой 300 кг (стальные шары исходным диаметром 50 мм) – для приготовления пульпы;

– грохот на основе шпальтового сита с величиной отверстия 2 мм;

– концентрационный стол опорного типа СКО -2Л, адаптированного для извлечения из пульпы, в т.ч. и жидкого вещества, ртути;

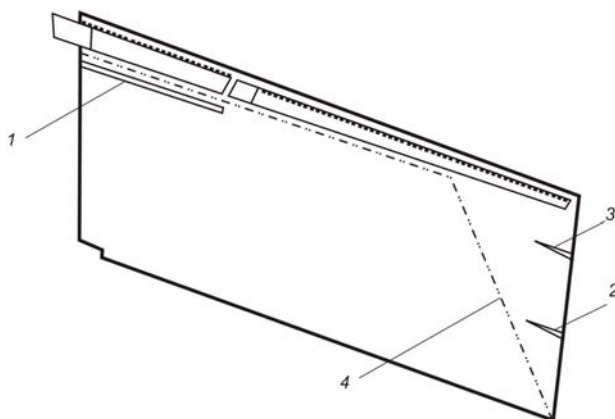


Рис. 1. Реконструкция нарифления деки концентратора: 1 – дополнительная рифля у приемного лотка 10×10×400 мм; 2 – рифля, отсекающая концентрат арсенопирита и пирита от ртути; 3 – рифля для отделения амальгамированных продуктов свинца и др.; 4 – граница штатного нарифления

– электромагнитный сепаратор 120Т – СЭ для удаления магнитной фракции из концентрата.

Технологический процесс по демеркуризации территории ШОУ включает в себя:

1) ручную сплошную зачистку территории ШОУ, суть которой заключалась в кайлении поверхности отвалов на глубину 10-20 см со сбором продуктов рыхления на металлический лист и последующем переносе материала в металлическую буферную емкость;

2) подачу из буферной емкости загрязненного грунта на измельчение в шаровую мельницу. Масса разовой загрузки – 1.5 т. Время измельчения 1.5-2 часа. Окончание процесса определялось по характерному усилению звука падающих шаров в мельнице;

3) разгрузку мельницы с подачей пульпы на шпальтовый грохот с тщательной промывкой надгрохотного продукта чистой водой и ручной разборкой с целью извлечения свинцовой амальгамы размером более 2×2 мм;

4) получение минусового (подрешетного продукта). Пульпа накапливалась в емкости, где она отстаивалась, и осветленная вода с поверхности пульпы удалялась сифоном в водосборник ШОУ;

5) подачу сгущенной пульпы на концентрационный стол СКО-2Л, адаптированный к переработке материала, содержащего жидкую фазу высокой плотности – ртуть;

6) перекидку полученного концентрата на электромагнитном сепараторе и концентрационном столе;

7) отгонку ртути из перечищенного концентрата в герметичной водоохлаждаемой реторте.

После выполнения приведенных выше операций извлеченные ртуть и твердый материал реторты передавались по акту недропользователю.

Некоторые технологические приемы и технические решения, реализованные в технологической схеме извлечения ртути на промышленном обогатительном оборудовании, заключаются в следующем:

– инерционный привод концентрационного стола СКО-2Л настроен на длину хода деки не более 10 мм;

– штатный асинхронный электродвигатель СКО-2Л заменен соизмеримым по мощности и регулируемым по частоте вращения коллекторным электродвигателем переменного тока. Применение нового регулируемого привода позволило оперативно без остановки стола изменять частоту колебаний деки в пределах 250-440 об/мин с возможностью выбора оптимальной для данного конкретного продукта и при

этом визуально контролировать качество концентрата (в т.ч. амальгамы и жидкой ртути);

- в конструкцию нарифления песковой деки СКО-2Л (рисунок) внесены изменения, на первый взгляд, незначительные, но они существенны с точки зрения физики и гидродинамики процесса концентрирования продукта в тонком слое жидкости при наложении неравномерных колебаний, которые позволили выделить жидкий продукт – ртуть – в отдельную визуально наблюдаемую полосу на концентрирующей части деки стола. Изменения заключаются в конструктивном обновлении рифлей у приемного лотка пульпы и установке двух дополнительных рифлей на гладкой части деки стола.

Внесенные конструктивные изменения и выбранные режимные параметры работы стола, в частности поперечный угол наклона деки в пределах $0-1^\circ$, позволяют вывести в концентрат более 90 % ртути и 95 % свинца из пульпы.

С целью предупреждения вредного воздействия паров ртути на персонал установки по демеркуризации на местах производства работ реализованы следующие мероприятия:

- на рабочих местах и на зачищаемых от ртути площадях согласно требованиям «Санитарных правил работы со ртутью...» с целью ориентировочного контроля воздуха на наличие паров ртути развешивались бумажные индикаторы на уровне дыхания человека. При наличии паров ртути экспонированные полоски бумаги приобретают розовый цвет. Время между началом развешивания полосок и началом окрашивания фиксируется в журнале и по таблице определяется концентрация паров ртути в воздухе рабочей зоны (в $\text{мг}/\text{м}^3$), которая нахо-

дится в зависимости от длительности времени окрашивания:

- на рабочих местах были организованы места группового хранения антидотов и индивидуальных средств защиты органов дыхания (респираторы РУ-60М с патронами марки Г);

- площадь ведения работ регулярно орошалась водой, и все процессы гравитационной демеркуризации велись в водной среде;

- процесс демеркуризации проводился непосредственно на месте нахождения ртутьсодержащих отходов без перемещения последних с целью недопущения вторичных загрязнений ртутью.

По результатам выполненных исследований сделаны следующие выводы:

1. По результатам мониторинга работы установки на ШОУ Софийского и Херпучинского приисков, выполненного научными сотрудниками ИГД ДВО РАН, установлена высокая степень извлечения загрязняющих веществ;

2. С целью дальнейшего совершенствования качества извлечения ртути необходимо в процессе работы концентрационного стола оперативно регулировать в пределах 4-12 мм длину хода деки стола. В настоящее время проводятся НИР и ОКР по автоматизации работы концентрационного стола в системе параметров: «длина хода – количество колебаний деки»;

3. Применяемая технология может быть реализована в процессе очистки от ртути и масштабных загрязнений, появившихся в результате деятельности иных вредных производств, например, территории Амурского целлюлозно-бумажного комбината в Хабаровском крае.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коваль А.Т., Сидоров Ю.Ф., Остапчук В.И., Нагорный В.А. Техногенное загрязнение экосистем ртутью районов золотодобычи Амурской области и Хабаровского края // Добыча золота. Проблемы и перспективы. Хабаровск, 1997. С. 347-352.
2. Крупская Л.Т., Саксин Б.Г., Бебнова М.Б. Техногенное загрязнение экосистем ртутью под воздействием горного производства на Севере Дальнего Востока и методы их защиты от деградации // Освоение Севера и проблемы природопользования. Тез. докл. V Межд. конф. Сыктывкар, 2001. С. 146-147.
3. Крупская Л.Т., Саксин Б.Г., Ивлев А.М. и др. Оценка трансформации экосистем под воздействием горного производства на юге Дальнего Востока. Хабаровск: ХГТУ, 2001. 192 с.
4. Сидоров Ю.Ф., Крупская Л.Т., Поздняков А.М., Саксин Б.Г. Прогнозная экологическая оценка техногенного загрязнения ртутью экосистем районов золотодобычи юга Дальнего Востока. Хабаровск: ХГТУ, 2003. 31 с.
5. Поздняков А.М., Бродягин В.А., Крупская Л.Т. Экологически безопасная технология переработки отходов Софийского прииска ОАО «Приморзолото» // Научные и практические аспекты добычи цветных и благородных металлов. Хабаровск, 2000. С. 495-496.
6. Мязин В.П., Татауров С.Б. Разработка и совершенствование технологий и оборудования по извлечению золотосодержащей амальгамы и токсичных соединений ртути из техногенных образований // Горный информационно-аналитический бюллетень, 1997. № 1. С. 61-70. **ГИАБ**

Коротко об авторах

Рассказов И.Ю. – доктор технических наук, директор ИГД ДВО РАН,
E-mail: adm@igd.khv.ru
Поздняков А.М. – старший научный сотрудник лаборатории ИГД ДВО РАН,
E-mail: eco@igd.khv.ru
Крупская Л.Т. – доктор биологических наук, профессор, заведующий лабораторией ИГД ДВО РАН, E-mail: eco@igd.khv.ru



ДИССЕРТАЦИИ

ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ

Автор	Название работы	Специальность	Ученая степень
КАЗАХСКАЯ ГОЛОВНАЯ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ			
ОСПАНОВ Бекболат Секенович	Модельное обоснование рациональных параметров густоты съемочных пикетов с учетом высоты сечения рельефа	25.00.32	к.т.н.