



2016

**МАТЕРИАЛЫ
МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
“РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ И ОХРАНА
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ
ОБОГАЩЕНИИ И ПЕРЕРАБОТКЕ
МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ”
(Плаксинские чтения – 2016)**

Санкт-Петербург

*Научный совет РАН по проблемам обогащения полезных ископаемых
Институт проблем комплексного освоения недр РАН
Институт «Механобр»
НПК «Механобр-техника»
«Механобр инжиниринг»
Санкт-Петербургский горный университет
НИТУ «МИСиС»*

**МАТЕРИАЛЫ
МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ**

**“РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ И ОХРАНА
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ
ОБОГАЩЕНИИ И ПЕРЕРАБОТКЕ
МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ”
(Плаксинские чтения – 2016)**

Санкт-Петербург, 2016

рения малоотходных технологий позволяет получить следующие результаты: рациональное использование техногенных месторождений полезных ископаемых; эффективное действие систем контроля и управления элементами окружающей среды с ее взаимодействием со службами всех подразделений горнодобывающих и горноперерабатывающих объединений и предприятий; уменьшение до или ниже регламентированного уровня или полную ликвидацию загрязнения атмо-, гидро-, лито- и биосферы выбросами и сбросами; комплексную разработку месторождений полезных ископаемых с полным использованием попутных или побочных продуктов и вторичных материалов в процессах малоотходных технологий; сокращение (до обоснованного минимума) потерь полезных ископаемых и их разубоживания; соблюдение экологически обоснованных требований к продукции предприятий горного кластера.

Вовлечение в переработку техногенного сырья, дополнительно обеспечивает: сокращение расходов на поиски новых и разведку эксплуатируемых месторождений; сохранение истощающихся минеральных ресурсов в недрах; повышение производительности труда за счёт рентабельной переработки уже добытого сырья; улучшение условий труда; производство дешёвых стройматериалов (песок, щебень, гравий, цемент, абразивы, шлаковата, шлаковое литьё, брусчатка, тубинги, плитки, бордюрный камень; литой шлаковый щебень, стеклокерамические изделия, вяжущие добавки в цемент, минеральные добавки для улучшения почв, удобрения для сельского хозяйства, материал для отсыпки дорожного полотна, строительства плотин, дамб и т.д.); освобождение занимаемых им земель и их рекультивацию, и ликвидацию источников загрязнения окружающей среды, улучшая тем самым экологическую обстановку вокруг действующих предприятий.

Таким образом, внедрение наиболее эффективных и передовых технологий с учётом экономической и технической обоснованности, так называемых «Наилучших доступных технологий» (best available technologies) на предприятиях горной промышленности, позволит добиться высокого уровня защиты окружающей среды и минимизации неблагоприятного воздействия техники и технологии, а также повысить эффективность использования минерально-сырьевых ресурсов. Необходимо разрушить связь между экономическим ростом, использованием ресурсов и образованием отходов. Высокие показатели экономического роста должны сопровождаться устойчивым использованием природных ресурсов и таким же устойчивым уровнем отходов. Вовлечение в хозяйственный оборот отходов горнорудной, металлургической отраслей промышленности, образующихся в результате производственной деятельности этих комплексов и составляющих природно-техногенные месторождения, – остается крупной хозяйственной задачей всех государств мира.

УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ АГМК - НЕОБХОДИМАЯ РЕАЛЬНОСТЬ В СВЯЗИ С ОХРАНОЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ (УЗБЕКИСТАН)

А.Х. Туресебеков, Н.Э. Шукуров

Институт геологии и геофизики АН РУз, г. Ташкент, Узбекистан,
shukurov@ingeo.uz; nosirsh@gmail.com

The processes occurring in wastes of the Almalyk metal mining and smelting enterprises are considered in details. The role of influencing factors on redistribution of ore-forming and rare elements in processes of extraction of ores, and their behavior in wastes are investigated. Recycling perspectives of these wastes are considered.

Алмалыкский горно-металлургический комбинат (АГМК) является не только уникальным в мировой горнорудной практике, обладающей мощной минерально-сырьевой базой (золото-медно-молибденовые, полиметаллические, золоторудные и др. месторождения), но и по своим производственно-экономическим показателям и по сложности и новизне решаемых в процессе их эксплуатации научно-технических задач. Несмотря на это, Алмалыкский горно-металлургический перерабатывающий комплекс не является безотходным производством. Многовековой опыт добычи и переработки руд свидетельствует о том, что не более 10% извлекаемого из недр минерального сырья доходит до готовой продукции. А в большинстве случаев и того менее. При среднем содержании золота в руде 10 г/т в отвальные хвосты и отходы металлургического передела уходит более 99,9% добытой горной массы. С учетом того, что в настоящее время пригодными для промышленного освоения считаются руды золота с содержанием 2-3 г/т, объемы перерабатываемой горной массыкратно увеличивается. В настоящее время в отходах АГМК в результате многолетней эксплуатации руд различных типов месторождений скопились многотоннажные отходы: хвосты обогащения более 906,5 млн.т.; шлаков металлургического производства более 12,4 млн.т. Кроме этого в отвалах горного производства заскладировано более млрд.т. балансовых и забалансовых окисленных и первичных медных, сланцевых и др. типов руд в которых сосредоточены высокие концентрации промышленно ценных и токсичных элементов (таблица 1).

Таблица 1. Среднее содержание элементов в отходах АГМК.

Элементы	Руда медная окисленная балансовая	Руда медная окисленная забалансовая	Забалансовые первичные руды	Хвосты обогащения	Шлаки медного производства	Кеки цинкового производства
Fe общ. %	6,5	4,0	5,59	6,33	48,94	55,0
Cu общ. %	0,8	0,4	0,16	0,21	1,38	2,1
Zn общ. %	0,048	0,05	0,72	0,04	1,88	2,2
Ge общ. %	3,0	3,0	1,0	4,5	4,2	20,3
As %	0,005	0,04	0,007	0,006	0,115	0,69
S общ. %	1,0	1,5	3,58	1,7	3,35	10,01
Se г/т	-	-	3,1	7,5	12,3	80,0
Mo %	0,002	0,003	0,003	0,0015	0,196	0,015
Ag г/т	4,1	1,9	2,2	1,6	8,6	543,0
Cd общ. %	10,0	8,0	2,5	16,0	24,9	18,0
In общ. %	4,0	4,0	2,0	5,0	2,8	6,0
Re общ. %	4,0	4,0	0,3	0,10	0,5	3,0
Hg общ. %	-	-	0,35	0,45	6,6	15,0
Tl общ. %	1,0	2,0	1,0	1,9	1,15	2,5
Pb %	0,048	0,03	0,02	0,03	0,092	1,25
Bi общ. %	-	-	8,5	4,5	10,7	46,0
Te общ. %	-	-	2,1	2,8	4,6	15,0
Sb общ. %	-	-	0,63	0,03	0,67	0,7

Примечание. Анализы выполнены на приборе ICP MS Elan 6000 (Perkin Elmer, США) в ИГТ АН РУз. Прочерк – элемент не определялся.

Данные отходы следует рассматривать как руды техногенных месторождений со специфическими геологическими, минералого-петрографическими, геохимическими и технологическими особенностями, которые имеют тенденцию к постоянному накоплению и изменению вещественного состава во времени и пространстве.

Исследование шлифов, сделанных из тяжелых фракций, под микроскопом дал возможность представить, в какой форме тяжелые металлы содержатся в выбросах АГМК. Изучены состав и внутренняя структура шаровидных обособлений. В пробах Алмалыка встречаются шарики, состоящие из чистой меди и цинка, большинство из них это смеси металлов и их окислов. В периферийных слоях большинства этих шариков содержатся по-слойно (%): Pb – до 61.03, Zn – до 73.49, Cu – до 55.72, S – до 26.73 и др. В других зернах обнаружены дендриты, срastaющиеся в силикатной массе и содержащие в большом количестве железо (до 58%), а в отдельных из них наблюдается срastание железа с медью и марганцем (рисунок 1).

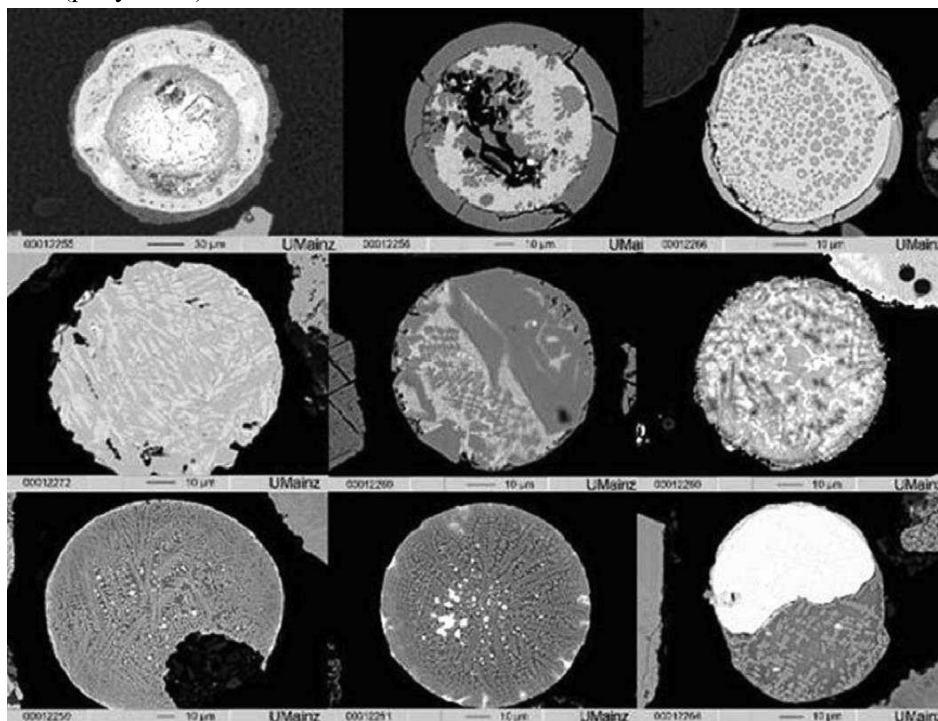


Рисунок 1 - Морфология и структура техногенных шариков в тяжелой фракции почвенных проб техногенных ландшафтов Алмалыкского горнопромышленного района

Освоение техногенных отходов (месторождений) АГМК необходимая реальность, их долговременное хранение в поверхности земли приводит к трансформации их первичного облика (выветривание, окисление за счет атмосферных осадков и грунтовых вод и др.), происходит окисление сульфидных и др. минералов содержащих токсичные элементы (Zn, Cd, Bi, Se, Te, As, Sb и др). Данные процессы приводят к истощению техногенных место-

рождений, наносят не поправимый вред экологической обстановке не только в Алмалыкском горнорудном районе, но и на сопредельных территориях.

Существенное влияние на способы переработки и извлечения драгоценных металлов из техногенных массивов оказывает степень окисленности природных и техногенных руд, содержащих повышенные концентрации сульфидов. Интенсивно развиваются сульфаты, в частности, такие как сидерит, халькантит, госларит, пентаводный сульфат меди и железа, компоненты которых (медь, цинк и железо) легко мигрируют из техногенных массивов на ландшафт. Извлечение золота из этих руд кучным выщелачиванием цианистым натрием сопряжено с большими трудностями, так как сульфаты разрушают его. При этом миграция сирдери- и халькофилов на ландшафт из продуктов переработки руд сохраняется.

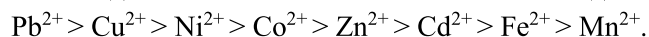
Полученные новые данные о процессах, происходящих в техногенных массивах, свидетельствуют об их минералого-геохимических и биогеохимических преобразованиях. Эти процессы тесно связаны с воздействием на техногенных массивах кислорода, углекислого газа, аэрозолей, поверхностных, подземных вод и других активных атмосферных осадков и газов в растворенном и свободном состоянии. Жизнедеятельности бактерий и микроорганизмов в этих массивах тоже играет немаловажный роль в процессах преобразования включающий в себя растворение, окисление, химическое и биохимическое разложение пород, почв и минералов и их искусственных аналогов с образованием растворимых и нерастворимых токсичных продуктов. В ходе этих процессов осуществляется перераспределение вещества между твердыми, жидкими и газовыми фазами. Токсичные и вредные элементы переходят в легкоподвижные формы и переносятся на значительные расстояния, образуя ореолы загрязнения окружающей среды, как на локальном уровне, так и на более высоких уровнях, вследствие потоков рассеяния токсичных элементов.

Проведенными достаточно масштабными исследованиями о распределении мышьяка, олова, свинца, кадмия, вольфрама, молибдена, висмута в органах значительного числа видов растений не выявлено четкой зависимости коэффициента биологического поглощения их от валового содержания в почвах.

Имеющиеся литературные данные и наши исследования форм мышьяка, свинца и висмута показали, что существенное значение для поглощения тех или иных элементов имеют их подвижные, прежде всего водорастворимые и элементоорганические формы, доля которых в общем балансе весьма мала.

Показано, что на миграционные возможности тяжелых металлов в почве большое влияние оказывают кислотно-щелочные условия и окислительно-восстановительная обстановка. Увеличение содержания цинка и свинца в ионообменной фракции, соответствует понижению pH суспензии образцов. По результатам сопоставления содержания элементов в пяти геохимических фракциях изученных проб, металлы распределены в ряд по степени окисленности их минералов: $Pb > Zn > Pu > Mo$.

Устойчивость комплексных металлоорганических соединений зависит от свойств взаимодействующих компонентов и реакции среды. Общий порядок стабильности комплексных соединений с тяжелыми металлами выглядит следующим образом:



Поскольку отходы горного производства содержат существенное количество полез-

ных компонентов и утилизация их сопряжена с совершенствованием технологий извлечения оставшегося сырья и его переработки, необходимо комплексное изучение минералогеохимических процессов геотехногенеза, приводящего к образованию новых типов руд и месторождений.

Для оценки геохимической опасности необходимо изучение биогеохимических процессов в системе почва – растение с выявлением коэффициентов биологического поглощения растениями биофилов и биофобов и форм их нахождения в почвах, а также форм и путей миграции и концентрирования рудных и токсичных элементов. Важнейшим итогом всех исследований техногенных массивов должно быть эколого-экономическое обоснование способов их утилизации или рекультивации.

В связи с обостряющейся экологической обстановкой в районах дислокации отходов АГМК необходимо ускорить утилизацию техногенных отходов, для этого необходимо привлечение иностранных и частных инвесторов при поддержке государственных органов.

ФЛОТАЦИОННАЯ ПЕРЕРАБОТКА ТЕХНОГЕННОГО МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПОЗИЦИОННОГО РЕАГЕНТА

*Н.К. Тусупбаев, Л.В. Семушкина, Д.К. Турысбеков,
А.К. Сузурбекова, А.М. Мухамедилова*

АО «Центр наук о земле, металлургии и обогащения», г. Алматы, Казахстан,
syomushkina.lara@mail.ru

Tailings flotation has been studied from Tishinsk deposit of (Kazakhstan) using composite collector. The latter is a mixture of composite Aeroflot, thionocarbamates TC-1000 and butyl xanthate. The ratio of reagents is 1:1:3. Due to flotation of tails Tishinska, the extracting copper bulk concentrate increases by 2,14 %, zinc - by 8,64 %, iron - on 4,56 %, gold - by 5,5 %.

Текущие отходы производства обогатительных фабрик и ранее сформированные техногенные минеральные образования являются перспективными георесурсами, которые могут быть эффективно освоены при современном уровне развития техники и технологий. В промышленной практике флотации сульфидов, окисленных минералов тяжелых цветных металлов, самородных и благородных металлов широкое применение получили ксантогенаты, диалкилдитиофосфаты и меркаптаны.

Подбор оптимальных сочетаний и соотношений собирателей разных классов - перспективное, эффективное и доступное направление повышения селективности в извлечении сульфидных минералов с близкими флотационными свойствами.

Несколько новых реагентов из многочисленных комбинаций с тремя важнейшими донорными атомами S, N и O в основной группе связей, в том числе несколько комплексообразователей, были опробованы в качестве собирателей и полученные результаты активно обсуждались в многочисленных книгах и обзорных статьях.

В качестве собирателя предложено большое число органических соединений, однако используется на практике не более 160. Данные реагенты используются для селективной

Чантурия В.А., Миненко В.Г., Макаров Д.В., Суворова О.В. Электрохимическое модифицирование сапонита из техногенных вод как основа получения высококачественных керамических материалов	379
Селезнев А.Н., Баликов С.В., Шкетова Л.Е., Копылова Н.В. Био- и геотехнология извлечения цветных металлов из отходов обогатительных фабрик	381
Арыстанова Г.А., Койжанова А.К., Камалов Э.М., Есимова Д.М., Магомедов Д.Р. Извлечение благородных металлов из техногенных минеральных образований методами биогидрометаллургии	383
Манаква Н.К., Суворова О.В. Использование техногенного сырья для получения пеносиликатных материалов	386
Мязин В.П., Шекиладзе В.Т., Мязина В.И. Ресурсосберегающие технологии переработки накопленных отходов в хвостохранилищах на территории Забайкалья	388
Танекеева М.Ш., Абдыкирова Г.Ж., Тойланбай Г.А., Сыдыков А.Е. Исследование химического обогащения техногенного сырья с получением марганцевого концентрата	390
Бикбаева Г.А., Орехова Н.Н. Закономерности сульфидного осаждения цинка из поликомпонентных минерализованных техногенных вод	393
Шумилова Л.В. Модель управления отходами предприятий горного кластера	396
Туресебеков А.Х., Шукуров Н.Э. Утилизация отходов АГМК - необходимое условие охраны окружающей среды (Узбекистан)	402
Тусупбаев Н.К., Семушкина Л.В., Турысбеков Д.К., Сугурбекова А.К., Мухамедилова А.М. Флотационная переработка техногенного минерального сырья с использованием композиционного реагента	406
Гладышев С.В., Абдулвалиев Р.А., Бейсембекова К.О., Ахмадиева Н.К., Имангалиева Л.М., Позмогов В.А. Активация алюмосиликатного сырья перед выщелачиванием.	408
Бажин В.Ю., Кусков В.Б. Переработка маловостребованных углеродсодержащих продуктов с целью получения энергоносителей	411
Дюсенова С.Б., Шажалиев М.Т., Сыдыков А.Е., Тойланбай Г.А., Абдыкирова Г.Ж. Изучение технологических свойств медьсодержащих хвостов обогатительной фабрики	413
Белых М.П., Петров С.В., Чикин А.Ю., Белькова Н.Л. Роль бактериального фактора в детоксикации отходов кучного выщелачивания золота	416
Ильина В.П., Фролов П.В. Особенности минералого-технологических свойств ультрамафитов пироксенового состава как высокомагнезиального минерального сырья	419
Ольберг Е.П., Петров С.В., Петров В.Ф. Сравнение детоксикации цианид содержащих отходов методами хлорирования и озонирования	422
Герасимов А.М., Котова Е.Л., Устинов И.Д. Термодинамика и технология процессинга аксессуарных сульфидных минералов	424
Мастюгин С.А., Волкова Н.А., Воинков Р.С. Переработка медеэлектролитных шламов	425

МАТЕРИАЛЫ
МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ,
“РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
ПРИ ОБОГАЩЕНИИ И ПЕРЕРАБОТКЕ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ”
(Плаксинские чтения – 2016)

Санкт-Петербург, 26-30 сентября 2016 г.

Компьютерная верстка и подготовка оригинал-макета
Чекушина Т.В.

Сдано в печать 30.08.2016 г. Формат 60×90 1/16
Бумага офсетная. Гарнитура Times. Печать офсетная.
Печ. л. 41,5. Тираж 250 экз.
Изд. №395. Заказ №4122
Санкт-Петербургский филиал ФГУП «Издательство «Наука»