Технологическая платформа «Твердые полезные ископаемые: технологические и экологические проблемы отработки природных и техногенных месторождений»

1 – 3 октября 2013 г.
Екатеринбург

Российская академия наук
ИГД УрО РАН
при поддержке
Российского фонда фундаментальных исследований

Технологическая платформа «Твердые полезные ископаемые: технологические и экологические проблемы отработки природных и техногенных месторождений»

Екатеринбург
2013

УДК 622.85:504:622.7.002.68

Технологическая платформа «Твердые полезные ископаемые»: технологические и экологические проблемы отработки природных и техногенных месторождений: доклады научно-практической конференции 1-2 октября 2013 г. – Екатеринбург: ИГД УрО РАН, 2013. - 212.

ISBN 978-8057-0868-9

В докладах научно-практической конференции Технологическая платформа «Твердые полезные ископаемые»: технологические и экологические проблемы отработки природных и техногенных месторождений» проводимой в рамках V Уральского горнопромышленного форума, освещены проблемы обеспечения экологической безопасности при добыче природного и техногенного сырья, вопросы применения геоинформационных технологий и экомоделирование, теоретические и практические исследования при решении геоэкономических проблем регионов.

Материалы конференции представляют интерес для широкого круга специалистов, занимающихся научными и практическими проблемами экологизации недропользования.

Доклады сборника печатаются в соответствии с авторскими оригиналами

Конференция проводится при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект №13-05-06082

© ИГД УрО РАН, 2013
© Авторы, 2013

Сессия I
КОМПЛЕКСНАЯ ПЕРЕРАБОТКА МИНЕРАЛЬНОГО И ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ

УДК 550.84:622.765.06

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ СОСТАВА ОТХОДОВ ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Бачурин Б.А., Одинцова Т.А., Первова Е.С.
Горный институт УрО РАН

Отходы горнопромышленного производства, образующиеся в процессе добычи и переработки минерального сырья, являются одним из наиболее мощных источников поступления в биосферу соединений, многие из которых представляют экологическую опасность. Проведенные исследования показали, что для большинства отходов горнопромышленного производства характерен поликомпонентный состав, сочетающий взаимодействие природных и техногенных составляющих: наряду с геохимическими особенностями минерального сырья, определяющими природную литоэкологичность полезных ископаемых, значительную роль в формировании состава отходов играют технологические факторы, связанные с особенностями применяемой рудоподготовки и обогащения. В ходе данных процессов формируются специфические физико-химические обстановки (*технологические геохимические барьеры*), приводящие к концентрации в образующихся отходах (шламы и хвосты обогащения) химических соединений, сопутствующих основным полезным компонентам [1, 2].

Взаимодействие природных и технологических соединений приводит к тому, что во многих случаях в отходах формируются сложные поликомпонентные техногенно-минеральные образования, не имеющие природных аналогов и требующие исследования экологической опасности и особенностей поведения в окружающей среде. Особенно это касается отходов флотационного обогащения руд, в технологическом процессе которого используется широкий спектр реагентов (собиратели, модификаторы, пенообразователи), многие из которых в экологическом отношении практически не изучены. Как правило, они представляют собой сложную смесь органических соединений, которые в технологических растворах и водной среде испытывают значительную трансформацию, приводящую к перестройке их первичной структуры и образованию новых соединений, многие из которых относятся к категории экотоксикантов различного класса опасности [3]. Кроме того, одной из причин неоднозначности оценок экологической значимости химреагентов является отсутствие полных данных

по составу, который является коммерческой тайной. Минимальная априорная информация, заложенная в технических паспортах и паспортах безопасности (ГОСТ 30333-2007) используемых реагентов, существенно усложняет их идентификацию (качественный анализ) в объектах окружающей среды.

Большинство из используемых флотореагентов относятся к категории синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ), что определяет специфику физико-химических процессов, протекающих в дисперсной системе «реагент – вода». Обращает на себя внимание высокое содержание в реагентах широкого спектра гетеросоединений, среди которых наиболее представительными являются O- и N-содержащие структуры. Часть из данных соединений склонна к конденсации с образованием полигликолей и полиоксиалканолов с нанометрическими характеристическими размерами, кооперация которых обеспечивает возникновение у объекта новых свойств, обусловленных проявлением наномасштабных эффектов и явлений. Исследования в области нанохимии свидетельствуют, что наноразмерное строение, с одной стороны, влияет на физико-химические свойства веществ (в частности, на каталитическую и адсорбционную активность), а с другой – является зависимым от термодинамических параметров среды формирования. Одной из основных особенностей данных систем является способность к самоорганизации и самосборке – образованию сложных наноструктур из двух или более компонентов без внешнего воздействия за счет нековалентных (водородных) связей, электростатического и донорно-акцепторного взаимодействия, а также эффектов среды (сольвофобные взаимодействия). Это способствует образованию структур ассоциативных наноколлоидов («мицелл» – термодинамически равновесных ультрамикрогетерогенных дисперсных систем) и проявлению гидрофобных эффектов, обусловленных не индивидуальными взаимодействиями молекул друг с другом, а их коллективными взаимодействиями с молекулами растворителя. Как правило, данные структуры образуются путем взаимодействий в растворах ПАВ, для молекул которых характерно амфифильное (дифильное) строение. Данные процессы способствуют формированию в отходах поликомпонентных органоминеральных комплексов, обладающих гидрофобными свойствами, что ограничивает миграционную способность содержащихся в них соединений.

Перечисленные проблемы характерны и для отходов флотационного обогащения калийных руд, в составе которых часто обнаруживаются соединения, отсутствующие в исходном минеральном сырье и не относящиеся к списку приоритетных загрязнителей калийного производства [4].

Для уточнения возможного вклада в формирование данного загрязнения отходов калийного производства технологических факторов осуществлено эколого-геохимическое исследование реагентов, используемых на стадии шламовой флотации сильвинита. К числу их относятся: карбамид-формальдегидная смола КС-МФ (депрессор), полиакриламид Аккофлок А-110 (флоккулянт), алифатические амины марки Ethomeen (собиратель), эфир гликолевый (вспениватель), газойль каталитический (активатор).

При исследовании данных реагентов основное внимание уделялось их наиболее миграционно-способным фракциям – битуминозным компонентам (хлороформенный и гексановый экстракты), индивидуальный состав которых исследовался методом хромато-масс-спектрометрии (ХМС). С целью выяснения характера трансформации данных соединений в технологических процессах и гидросфере проводилось экспериментальное моделирование поведения систем «реагент – вода» с изучением состава аквабитумоидов через 1, 7 и 21 сутки контакта. Для экологической оценки влияния технологических реагентов на качество вод проводился контроль основных нормируемых показателей – $C_{общ.}$, $C_{орг.}$, $N_{общ.}$, NH_4, NO_3, нефтепродуктов (НП) и бенз(а)пирена (БП).

Как показали результаты ХМС, исследованные флотореагенты представляют собой сложные органические смеси, в составе которых, наряду с декларированными рабочими агентами, присутствует широкий спектр других соединений (табл. 1, рис. 1).

Таблица 1

Состав флотореагентов по данным ХМС (% на гексановую фракцию)

Показатели	Флотореагенты				
	1	2	3	4	5
Углеводороды	23,51 66,27	1,93 12,05	9,42 30,88	н/обн	98,51 6,73
в т.ч. алифатические	23,51 59,56	1,93 н/обн	7,89 27,23	н/обн	0,35 6,28
нафтеновые	н/обн 4,10	н/обн	0,08 2,43	н/обн	1,40 н/обн
ароматические	н/обн 2,61	1,54 12,05	1,45 1,22	н/обн	96,76 0,45
Гетеросоединения	64,87 32,53	92,04 79,84	82,12 66,05	100,00 100,00	1,49 76,94
О-содержащие,	5,03 21,63	8,21 8,12	14,39 46,33	99,93 91,33	1,06 34,01
в т.ч. окиси, спирты, простые эфиры	0,54 10,61	0,76 0,28	0,12 11,88	99,91 90,59	0,04 26,59
альдегиды, кетоны	4,49 10,32	5,52 5,29	1,45 2,87	0,02 0,74	1,02 1,54
кислоты и их производные	н/обн 0,70	1,93 2,55	12,82 31,58	н/обн	н/обн 5,88
N-содержащие	46,41 2,54	0,33 0,75	4,67 н/обн	0,07 н/обн	н/обн 29,65
(N,O,Hal,S)-содержащие	13,43 7,12	83,50 70,85	63,06 19,72	н/обн 8,67	0,43 13,28
Флотореагенты: 1 - Ethomin HT40, 2 - КС-МФ, 3 - аккофлок А-110, 4 – эфир гликолевый, 5 - газойль. В числителе – исходный реагент, в знаменателе – его водный раствор.					

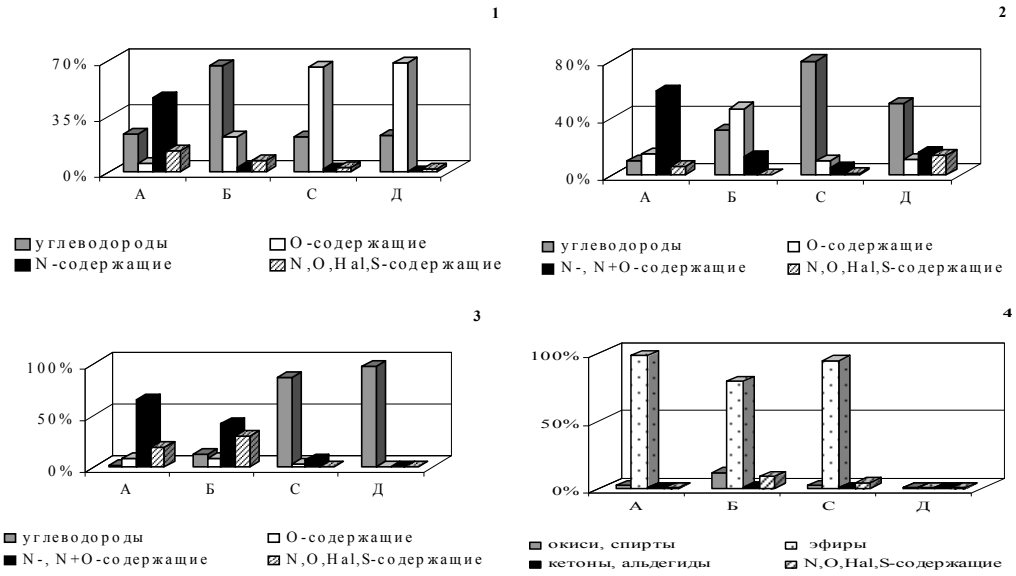


Рис. 1. Содержание и характер трансформации состава флотореагентов в водной среде
1 – оксиэтилированные амины, 2 – полиакриламид, 3 – карбамидо-формальдегидная смола, 4 – гликолевый эфир. А – исходный реагент, Б, С, Д – последовательные водные вытяжки

Физико-химические процессы, протекающие в системе «реагент – вода» неизбежно приводят к существенным изменениям химического облика водорастворенной органики (аквабитумоидов), в составе которых обнаруживаются как исходные структуры реагентов, так и продукты их гидролитических преобразований. Основными продуктами преобразования исследованных технологических реагентов являются полиэтоксильные соединения (полигликоли, полиоксиалканолы и их эфиры, диоксоланы, диоксаны и др.), аммонийные соединения и азотистые гетероциклы, углеводородные структуры, включая полициклическую ароматику (ПАУ), что отражается в сверхнормативном превышении в водных растворах флотореагентов основных контролируемых гидрохимических параметров (табл. 2).

Таблица 2

Характер влияния флотореагентов на параметры водных растворов

Реагент	Содержание (мг/дм^3) в водных растворах (min/max)					
	$C_{орг.}$	НП	БП (10^{-3})	$N_{общ}$	NH_4	NO_3
ПАА аккофлок А-110	442,8 546,4	0,10 0,67	0,04 0,12	243,4 264,0	1,01 3,63	0 5,19
Смола КС-МФ	11890,0 13490,0	0 2,50	0,006 0,19	1320,0 1610,0	1206,9 1579,6	6,15 33,53
Алифатические амины Ethomin	4590,0 6390,0	0,14 7,33	0,05 0,16	157,7 481,0	76,96	0 4,78
Эфир гликолевый	971,0 3360,0	н.с.	н.с.	8,6 13,7	1,7 2,25	н/обн
Газойль	38,8 459,3	0,50 4,11	0,16 8,88	8,23 22,69	0,63 1,89	0 0,98
Примечание: НП – нефтепродукты, БП – бенз(а)пирен.						

Из комплекса полиэтоксильных соединений особое внимание привлекают наноразмерные краун-эфиры (рис. 2), уникальность которых обусловлена способностью за счет нековалентных связей формировать устойчивые липофильные комплексы с катионами различных металлов и микроэлементов. Повсеместное присутствие наноразмерных краун-эфиров (в том числе аза- и тиа-краун-эфиров) в исходных флотореагентах, технологических растворах, глинисто-солевых шламах и избыточных рассолах позволяет рассматривать их в качестве одной из форм накопления наночастиц в образующихся отходах [5]. С экологической точки зрения данные структуры играют двоякую роль: с одной стороны, краун-эфиры, способные к захвату и накоплению микроэлементов, являются опасными веществами с санитарно-токсикологическим показателем вредности, а с другой – являются «транспортом» их в окружающую среду. К подобного рода структурам относятся и трехмерные аминоэфиры (криптанды), присутствующие в составе многих флотореагентов.

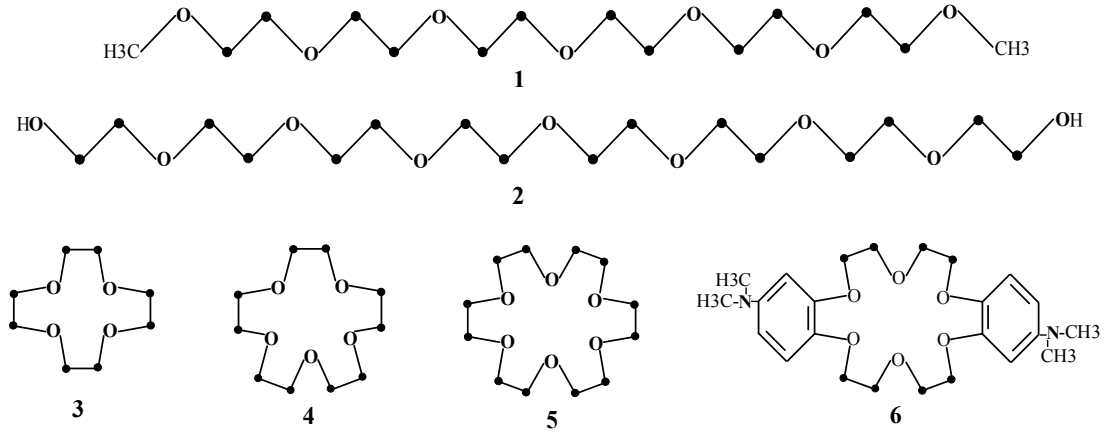


Рис. 2. Наноразмерные соединения в битумоидах флотореагентов и их водных вытяжках
1- диметиловый эфир гексаэтиленгликоля; 2 – октаэтиленгликоль; 3 – 12-краун-4;
4 – 15-краун-5; 5 – 16-краун-6; 6 – 2,13-бис(диметиламино)-дибензо-18-краун-6;
• - метиленовая группа

Результаты проведенных исследований подтверждают, что отходы горно-обогатительного производства следует рассматривать как сложные поликомпонентные системы, зачастую с неизвестным полностью спектром негативного воздействия, что требует детального исследования состава используемых химреагентов и характера их трансформации в технологических процессах и природных геосистемах.

Исследования выполнены при частичной поддержке из средств УрО РАН в рамках проекта № 12-Т-5-1017 программы ОНЗ-5 РАН.

Литература

1. Бачурин Б.А. Технологическая экогеохимия горного производства // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2006. – № 8. – С.148-153

2. Бачурин Б.А. Физико-химические аспекты формирования состава отходов горно-обогатительного производства / Бачурин Б.А., Одинцова Т.А., Первова Е.С. // Горный журнал. – 2013. – № 6. – С. 86-89.

3. Бачурин Б.А. Отходы горно-обогатительного производства как источники эмиссии органических поллютантов / Бачурин Б.А., Одинцова Т.А. // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2009. – № 7. – С. 374-380

4. Бачурин Б.А. Эколого-геохимическая характеристика отходов калийного производства / Бачурин Б.А., Бабошко А.Ю. // Горный журнал. – 2008. – № 10. – С. 88-91

5. Бачурин Б.А. Органические наночастицы в отходах флотационного обогащения калийных руд / Бачурин Б.А., Одинцова Т.А., Бабошко А.Ю. // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении: Сб. научн. ст. – Вып.15. – Пермь: ПГНИУ. – 2012. – С. 379-385.

УДК 622.771:621.928:504

ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПРИ ОСВОЕНИИ ПРИПОЛЯРНОГО УРАЛА [1]

Ф.Ф. Борисков, В.Д. Кантемиров
ИГД УРО РАН

Приполярный Урал в перспективе может стать новой сырьевой базой для черной и цветной металлургии Уральского региона. В настоящее время запасы рудных полезных ископаемых Приполярного Урала представлены в основном прогнозными ресурсами в категориях P_1,P_2, P_3. По предварительным данным Приполярный Урал располагает запасами более 1 млрд. тонн железной руды, сотнями миллионов тонн медной и хромовой руды, значительными запасами рудного золота и высококачественного кварцевого сырья.

Характерными особенностями территорий Северного и Приполярного Урала являются суровые природно-климатические условия, повышенная уязвимость экосистемы, практически полное отсутствие инфраструктуры, производственной базы и трудовых ресурсов. Наряду с затратным развитием инфраструктуры региона, острой проблемой при освоении месторождений является снижение рисков загрязнения уникальной природы Северного Урала токсичными отходами производства, которые могут образоваться при добыче и переработке полезных ископаемых и в первую очередь медно - колчеданных руд.

[1] Статья подготовлена по материалам НИР, выполненной по программе № 34 Президиума РАН «Прогноз потенциала инновационной индустриализации России»

Разработка колчеданных месторождений сопровождается формированием особой техногенной среды, сопровождающейся резким нарушением природного равновесия, что обусловлено доступом кислорода воздуха, углекислого газа и поверхностных вод, обогащенных кислородом, к сульфидным рудам при их добыче [1]. В кислородной среде у сульфидов, в состав которых входят неметаллы с полным заполнением электронных оболочек электронами (S^{2-}, As^{3-} и т.п.) и металлы (Fe^{2+}, Cu^{+} и т.д.) с низкой степенью окисления, резко проявляется химический потенциал (способность веществ к химическим изменениям). При обнажении сульфидсодержащих горных пород в процессе их разработки, сульфиды окисляются с выделением тепла и образованием серной кислоты, сульфатов меди, цинка, железа и др. токсикантов, которые проникают в грунтовые воды. Образование токсикантов в сульфидсодержащих отвалах и загрязнение ими природы продолжается десятки и сотни лет [2]. Скорость окисления сульфидов в дисперсных материалах выше, чем в крупнокусковых отложениях. Например, в хвостохранилище Кировоградской обогатительной фабрики (Свердловская обл.) в начале ее эксплуатации в хвостохранилище поступали пиритные хвосты с содержанием меди 0,36 %, цинка 3,0 %. Через 30 лет в хвостах были обнаружены только следы меди, а концентрация цинка снизилась до 0,59 % [3]. Развитие этих химических процессов приводит к повышенному загрязнению грунтовых вод, что хорошо видно на примере анализа хвостов Учалинского ГОКа. Водная вытяжка из хвостов Учалинской ОФ, пролежавших 1 – 2 месяца на поверхности хвостохранилища, отличается кислой реакцией (pH = 2 ÷ 3 за счет образования серной кислоты) и высоким содержанием водорастворимых форм металлов. При этом концентрация меди, цинка и железа в водной вытяжке, достигает соответственно 786; 3460 и 9050 мг/л, что в десятки тысяч раз выше ПДК [4].

Процессы окисления сульфидов и преобразование продуктов реакций могут развиваться при обогащении руд колчеданных месторождений ХМАО, особенно с использованием флотационных методов, основанных на применении токсичных реагентов и при размещении на поверхности Земли тонкодисперсных сульфидсодержащих хвостов обогащения – источников серной кислоты и сульфатов тяжелых цветных металлов. Полный цикл получения сульфидных концентратов флотацией на территории ХМАО, предлагаемый рядом исследователей, является экологически опасным направлением для легко ранимой экологии Приполярного Урала богатой нерестилищами сиговых (р. Манья) и обитанием эндемичных (нельма) и ценных видов рыб (сосьвинская селедка, муксун, чир и др.).

При переработке колчеданных руд месторождений Приполярного Урала предлагается применять сухие методы концентрирования ценных компонентов в промпродукт на основе использования современных рентгенорадиометрических (РРС) и барабанных коронных электростатических (ЭС) сепараторов [5].

Принципиальная схема обогащения колчеданных руд представлена на рис.1.

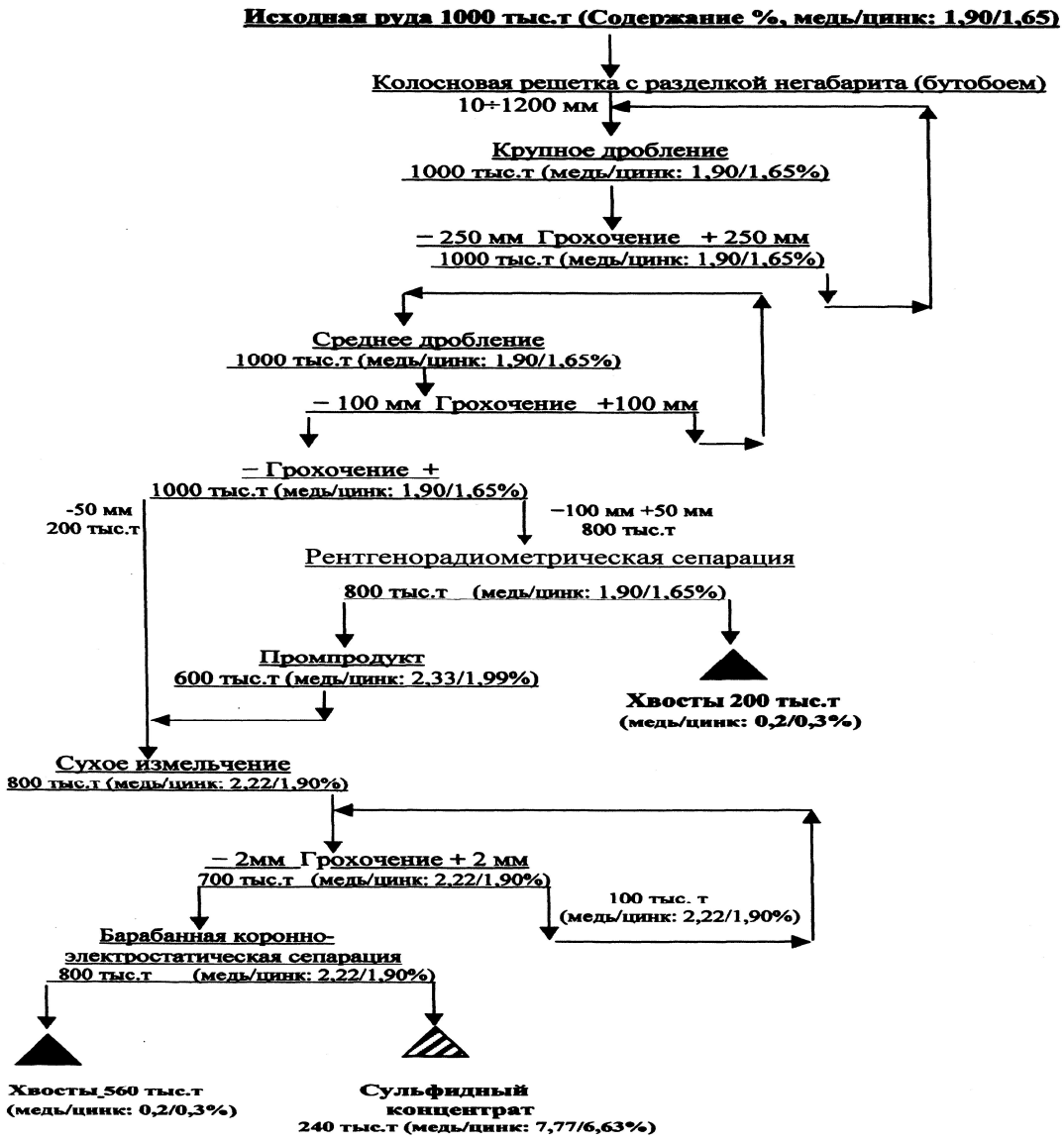


Рис. 1. Принципиальная схема предварительного обогащения медно-цинковой руды

В результате сухого способа обогащения после переработки 1 млн. т руды с содержанием меди 1,9% и цинка в 1,65% может быть получено порядка 240 тыс. т медно-цинкового концентрата с содержанием 7,77% меди и 6,63% цинка соответственно, а также хвостов обогащения в объемах ~ 560 тыс. т, которые складируются в специальный отвал. Медно-цинковый концентрат предусмотрено отгружать железнодорожным транспортом (на планируемую к строительству железную дорогу «Полуночное-Обская») на медеплавильные заводы Уральского региона для последующей переработки.

Рудоподготовка в местах добычи на Приполярном Урале железных, золотосодержащих руд и хромитов так же должна быть организована исключительно с помощью сухих методов предварительного обогащения. В табл. 1 представлены рекомендуемые методы предварительного обогащения и примерные объемы переработки сырья твердых полезных ископаемых Приполярного

Урала на первой стадии освоения, на рис. 2, 3 представлены технологические схемы с экологически безопасными физическими методами рудоподготовки хромитов и золотосодержащих руд ХМАО.

Таблица 1

Методы и объемы предварительного обогащения сырья

Полезное ископаемое	Содержание ценного компонента, в руде/в концентрате	Методы предварительного обогащения	Объем добычи/ Объем промежуточного концентрата, тыс.т/год
Хромиты	35% Cr_2O_3 47%	дробление – сортировка – рентгенорадиометрическая сепарация	200 60
Медно-цинковая руда (медь/цинк)	1,9/1,65% 7,77/6,63%	дробление – сортировка – рентгенорадиометрическая сепарация – электростатическая сепарация	1000 240
Золото (руда)	4 г/т Au 7,5 г/т	дробление – сортировка – фотометрическая сепарация	1000 560
Железная руда	32% 50%	дробление – сортировка – сухая магнитная сепарация	8000 3500

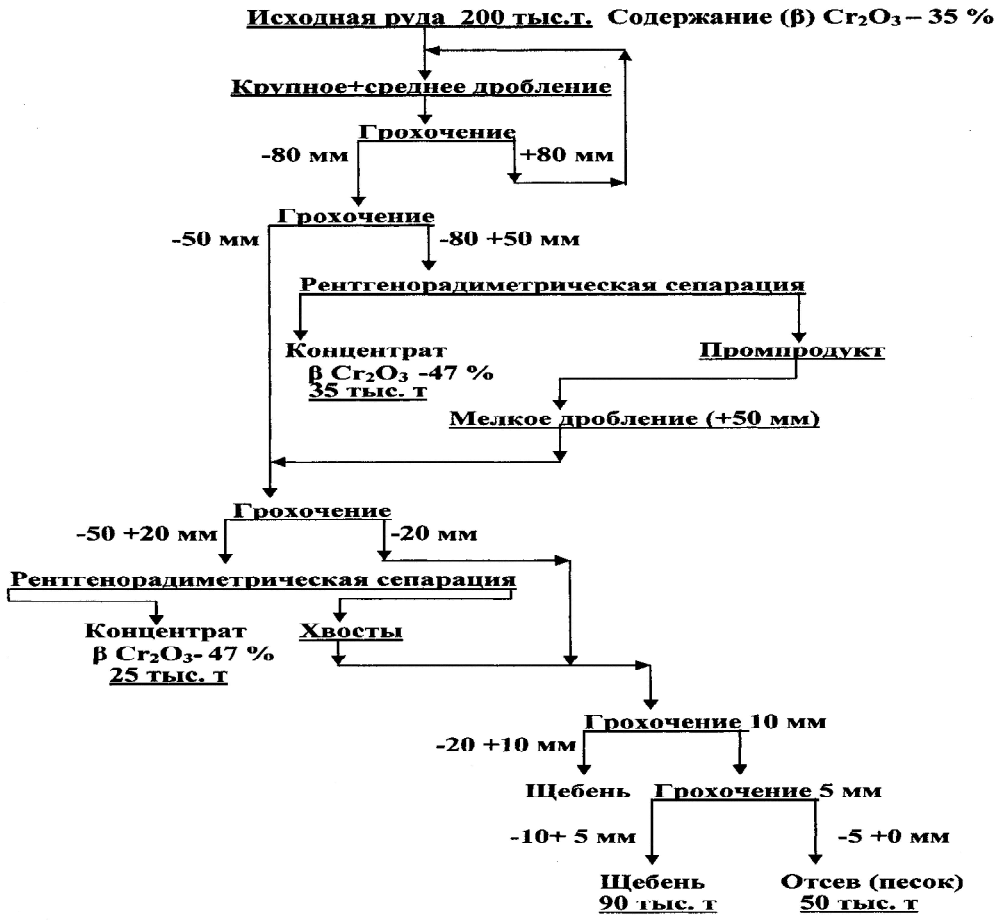


Рис. 2 . Принципиальная схема предварительного обогащения хромитов

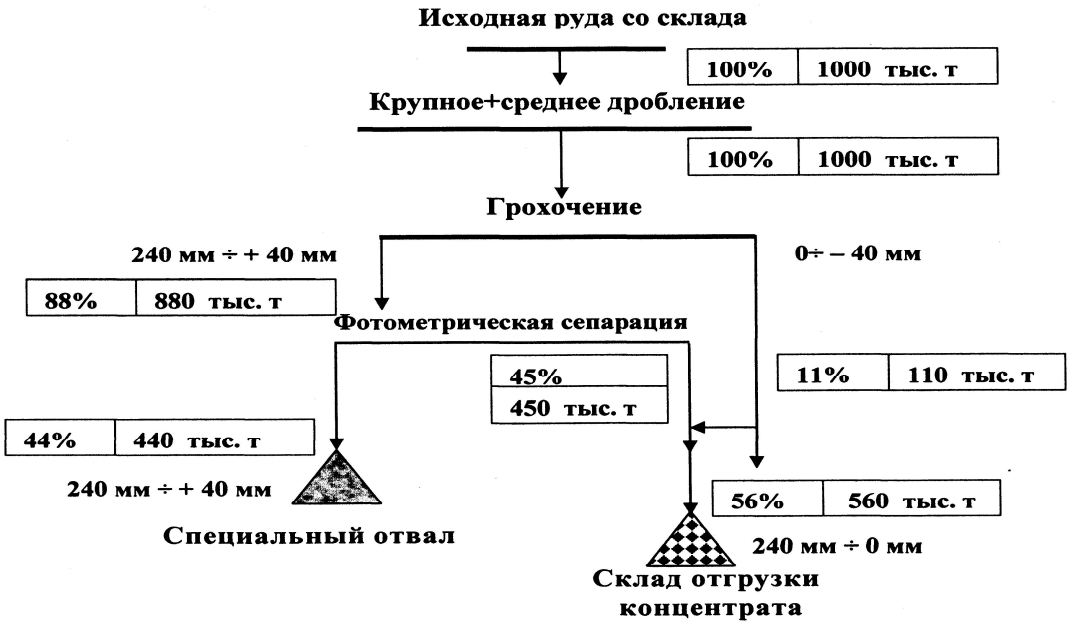


Рис. 3. Принципиальная схема обогащения золотосодержащей руды

Для предварительного обогащения медно-цинковой руды и хромитов предлагается использовать рентгенорадиометрическую сепарацию (РРС) с использованием сепараторов типа СРФ 4-150 (Россия). РРС является сухим процессом и может быть осуществлена непосредственно в районе добычи руды, ее эффективность возрастает при обогащении крупнокускового материала.

Для предварительного обогащения золотосодержащей руды предполагается использовать фотометрическую сепарацию с применением полихромного фотометрического сепаратора типа «Commodas Primary Optical 1200» (Германия). Намеченные для первоочередной разработки месторождения коренного золота представлены золото-сульфидными типами оруденения с присутствием свободного золота по составу близкими к «сухоложскому типу» месторождений. Рудоносные зоны первоочередной разработки имеют участки с высоким содержанием и крупным самородным золотом, что позволит эффективно использовать фотометрическую сепарацию.

Для обогащения магнетитовых руд Приполярного Урала предлагается использовать метод сухой магнитной сепарации (ММС) с использованием магнитных сепараторов типа 189А-СЭ (Россия) предназначенных для обогащения крупнокусковой магнетитовой руды. Принципиальная схема переработки железных руд Приполярного Урала представлена на рис. 4.

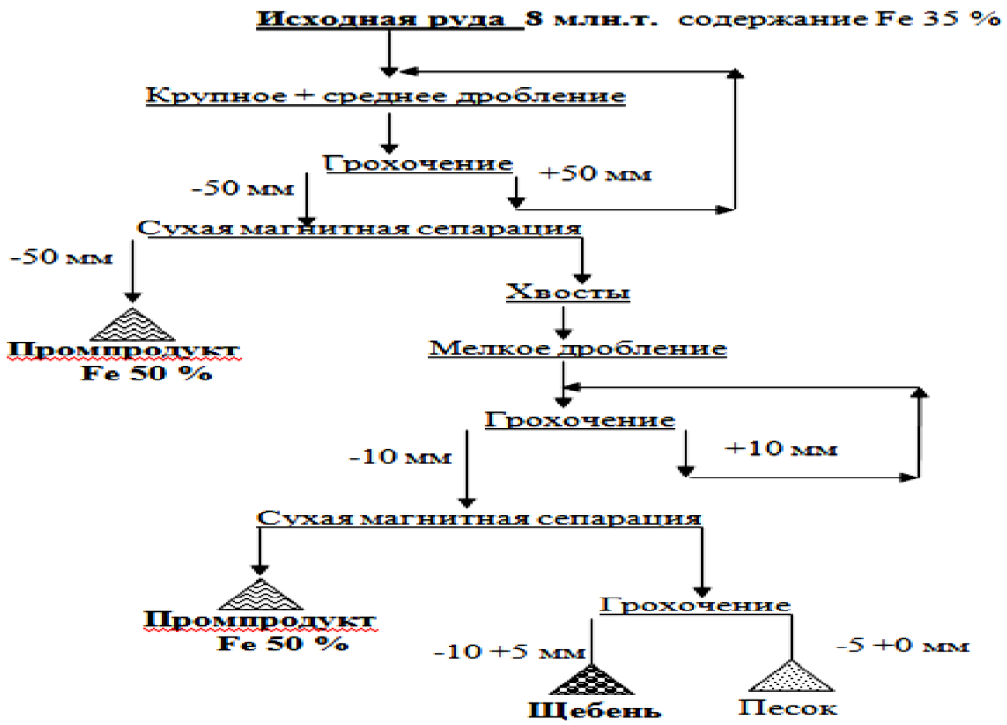


Рис. 4. Принципиальная схема переработки железных руд ХМАО

В результате сухого способа обогащения после переработки 8 млн. т руды с содержанием железа 32÷35% предполагается получать до 3,5 млн. тонн промпродукта с содержанием железа ~ 50%.

Положительными факторами предварительного обогащения являются:

- возможность в «голове» технологической схемы выделить значительную часть отвальных хвостов и бедных руд;
- возможность существенно снизить количество углеродистых пород в перерабатываемом материале;
- снижение капитальных и эксплуатационных затрат за счет уменьшения количества материала, поступающего на глубокое обогащение;
- снижение экологической нагрузки на уникальную природу Приполярного Урала [6].

Выводы

При выборе технологий обогащения минерального сырья на Приполярном Урале рекомендуются следующие подходы:

- использование сухих методов предварительного обогащения без применения глубоких стадий обогащения и химических регентов с целью и исключения негативного воздействия продуктов обогащения на окружающую среду;
- предварительное обогащение на промышленной площадке предприятий производится стадиальным дроблением, грохочением и сепарацией сырья с отсечением некондиционных руд и сопутствующих пород; полученный промежуточный продукт (концентрат) вывозится в освоенные индустриальные регионы Урала для последующей переработки;

- комплексное использование ресурсов, хвосты предварительного обогащения (некондиционное сырье и сопутствующие породы) являются сырьем для производства щебня различного назначения.

Предварительная технико-экономическая оценка эффективности освоения месторождений твердых полезных ископаемых Приполярного Урала показывает, достаточно эффективным является разработка медных, хромитовых и магнетитовых руд с повышенным содержанием ценных компонентов и поставкой промпродуктов на комбинаты Урала для глубокого обогащения.

Литература

1. Борисков Ф. Ф. Получение гидроминерального сырья из пиритных хвостов обогащения колчеданных руд / Ф. Ф. Борисков, Л. О. Макаранец, Н. А. Филиппова // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2004. – № 10. – С. 328 - 333.

2. Подуст А. Н. Техногенные образования как источник загрязнения окружающей среды / А. Н. Подуст // Техноген-98. Вторая выставка и НТК по переработке техногенных образований (Екатеринбург, 10-13.02.98): офиц. каталог: тез. докл. / Координац. Совет по реализации программы, ГНЦ, Уральский ин-т металлов и др. – Екатеринбург, 1998. – С. 24-25.

3. Дренажные воды – источник техногенного гидроминерального сырья на Урале / О. Н. Грязнов, С.В. Палкин, В.П. Новиков и др .// Изв. вуз. Горный журнал. – 1997. – № 11-12. – С. 58 - 65.

4. Чуянов Г. Г. Хвостовое хозяйство обогатительных фабрик / Г.Г. Чуянов // Изв. вуз. Горный журнал. –1997. – № 11-12. – С. 130-174.

5. Шихов Н. В. Обоснование параметров барабанного коронно-электростатического сепаратора повышенной удельной производительности: автореф. дис. … канд. техн. наук / Н. В. Шихов; Институт «Уралмеханобр». – Екатеринбург, 2010. – 24 с.

6. Борисков Ф. Ф. Минимизация экологического ущерба в районах с повышенной экологической чувствительностью к переработке колчеданных руд / Ф. Ф. Борисков, В. Д. Кантемиров //Фундаментальные основы технологий переработки и утилизации техногенных отходов : труды Международного конгресса "ТЕХНОГЕН - 2012", посвящ. 80-летию науки на Урале / РАН, Науч. совет по металлургии и металловед. РАН, УрФУ и др. – Екатеринбург: ООО "УИПЦ", 2012. – С. 369 - 371.

УДК 622.285:624.042.3

ЭФФЕКТИВНОСТЬ И БЕЗОПАСНОСТЬ РАБОТ ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ СЕКЦИЙ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ КРЕПЕЙ С КРОВЛЕЙ В ПРИЗАБОЙНОМ ПРОСТРАНСТВЕ ЛАВЫ

Г.Д. Буялич [1],В.М. Тарасов[2], Н.И. Тарасова[3]
[1]ФГБОУ ВПО «КузГТУ им. Т.Ф. Горбачва»,[2] ООО «РивальСИТ»,[3]ООО ИКЦ «Промышленная безопасность»

Ключевое направление работы Технологической платформы твердых полезных ископаемых является формирование системы приоритетов развития научно-технологической сферы, связанных с приоритетами развития секторов экономики, концентрация на приоритетных направлениях кадровых и материальных ресурсов, обеспечение создания научно-технологического задела, востребованного отраслями экономики и повышение деловой активности**.**

Механизация и связанная с нею интенсификация во многом изменили горное производство, ставшее характеризоваться значительными скоростями подвигания очистных забоев, бесцеликовой выемкой, большими размерами выемочных блоков и подготовительными выработками большой протяженности. Внедрение современных технико-технологических решений интенсивной добычи угля вызывает ряд негативных явлений техногенной природы в естественно равновесном состоянии горного массива и требует специальных методов управления процессами горных работ и методов их проектирования. В таких условиях на первый план выходят не просто пассивные меры, обеспечивающие безопасные условия труда, но возникает необходимость активного управления системами безопасности и внедрения новых технологий.

В данном контексте рассмотрим в лаве воздействие опорного давления на секции механизированной крепи (далее СМК).

До начала работы лавы все механизмы и сами секции механизированной крепи монтируют в монтажной камере. Столб угля и боковые породы как губка пропитаны газом метаном. В процессе, когда лава начинает работать, непосредственно из одного борта монтажной камеры формируется забой и, можно сказать, что сама лава с забойными механизмами есть не что иное, как выработка с постоянно движущимся бортом, где состояние борта перешло в состояние «забоя», а крепление этого борта и его функции взяли на себя секции механизированной крепи [1].

Образуется призабойное пространство для работы забойных механизмов и вентиляции лавы. Состояние противоположного борта остается прежним, неподвижным в монтажной камере или в завальной части лавы.

Попробуем рассмотреть, как влияет опорное давление, описанное проф. М. М. Протодьяконовым [2].

После проведения горной выработки над ней образуется некоторый свод, за контуром которого порода остается ненарушенной. Внутри этого свода происходит постепенное разрушение пород.

Таким образом, разрушаться и обрушаться в выработку будут только породы, заключенные внутри свода, и, следовательно, на крепь, установленную в выработке, давление будет оказывать не вся толщина вышележащих пород, а та их часть, которая ограничена контуром свода. Такое предположение позволяет применить для расчетов законы сыпучих тел с учетом существующих в горных породах сил сцепления**.**

Мысленно выделенный участок *MO* (рисунок 1) свода естественного равновесия при условии равномерного нагружения вышележащими породами будет находиться в равновесии при условии, что сумма моментов действующих на него сил относительно любой точки, например, *M* с координатами *x* и *y*, равна нулю. На участке свода *MO* действуют:

– сила *P* – равнодействующая равномерно распределенной вертикальной нагрузке, равна по величине *px* и приложена в середине отрезка *x*;

– реакция *T* правой части свода (горизонтальный распор свода), направленная по касательной к кривой свода и приложенная к точке *O;*

– реакция *W* нижней части левой половины свода, направленная также по касательной к кривой свода и приложенная в точке *M.*

При условии равновесия сумма моментов этих сил относительно точки *M*

$$p\mathrm{x}\cdot\frac{\mathrm{x}}{2}-Ty=0\,.$$

(1)

Решая уравнение (1) относительно *y*, получаем

$$y=Px^2/(2T)\,.$$

(2)

Выражение (2) является уравнением параболы. Следовательно, свод естественного равновесия имеет параболическую форму. В точке *A* уравнение (2) направляющей кривой свода принимает вид:

$$b=pa^2/(2T)\,.$$

Профессор М. М. Протодьяконов установил, что при несвязной (рыхлой) породе наибольшая устойчивость свода будет при его высоте

$$b=a/f\,,$$

где a – полупролет свода, м; f – коэффициент внутреннего трения.

По теории свода естественного равновесия давление на крепь горной выработки определяют массой породы в объеме, обозначенном линией свода *AOB.*

При площади параболического свода $S=\frac{4}{3}ab$ и плотности породы γ нагрузка на 1 м выработки составит

$$P=\frac{4}{3}ab\gamma=\frac{4}{3}\frac{a^2}{f}\gamma.\,,\qquad(3)$$

где γ – удельный вес породы кровли, Н/м^3.

В породах связных, полускальных и скальных f соответствует коэффициенту крепости пород.

Рассчитанная по формуле (3) величина горного давления соответствует действительной лишь при залегании в кровле выработки пород несвязных.

При сроке службы выработки более года давление на 1 м длины выработки выразится по формуле (4) [3]

$$P_B = \frac{8}{3}\frac{a^2\gamma_k}{f} \quad (4)$$

На нынешнем этапе эксплуатации секций механизированной крепи секции несут функции крепления противоположного борта, что в принципе противоречит законам горного дела.

Покажем на сравнительных рисунках 1 и 2 крепление выработки трапецией из спецпрофиля СВП, где наглядно видно, как располагаются стойки крепления на расстоянии L от вертикали относительно замка стойки и верхняка.

На рисунке 1 видим крепление бортов выработки с «правильным» расстоянием L, а на рис. 2 – правый борт закреплен «правильно», а левый борт – «неправильно», где расстояние L направлено внутрь выработки, что недопустимо по технологии возведения крепи горных выработок.

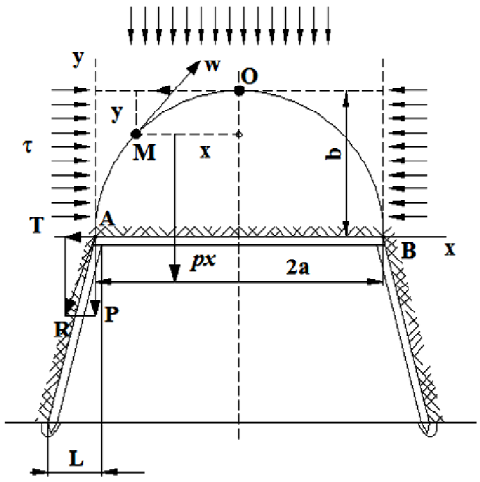


Рис. 1 – Схема для расчета величины горного давления в горной выработке по гипотезе проф. М.М. Протодьяконова

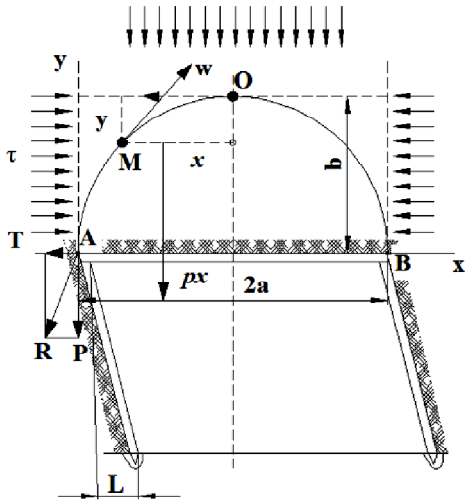


Рис. 2 Крепление горной выработки не по технологии возведения крепи горных выработок

Так как лава с забойными механизмами есть не что иное, как выработка с постоянно движущемся бортом, где состояние борта перешло в состояние «забоя», а крепление этого борта и его функции взяли на себя секции механизированной крепи, необходимо эти две системы увязать в одну, что обеспечивает инновационная схема монтажа и эксплуатации СМК [1].

При продвижении лавы из монтажной камеры на расстояние от 30 м и более начинается деформация массива и самого пласта. После обрушения основной и непосредственной кровли в завальной части лавы идет обильное суфлярное выделение метана, проявление отжима из забоя и выбросы пылегазовой смеси. При этом максимальное значение растягивающих напряжений сконцентрировано в области сопряжения забоя лавы с кровлей по всей ее длине или по всему фронту лавы, а всю нагрузку опорного горного давления принимает на себя забой, а не секции механизированной крепи.

На линии забоя и в массиве пласта на расстоянии от 40 до 80 м и более по простиранию уголь становится мягким. Это хорошо для резания угля комбайном, но большой минус по всем аспектам промышленной безопасности при эксплуатации секции механизированной крепи, что в корне недопустимо.

Покажем на рисунке 3 расположение СМК, где наглядно видно, что гидростойки и весь многозвенный механизм СМК взяли функцию крепления противоположного борта (правого) в монтажной камере, а функцию крепления борта (левого), из которого образовался забой лавы, игнорируют.

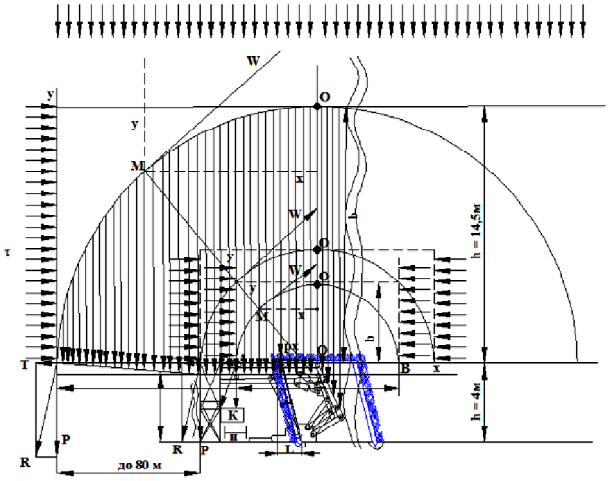


Рис. 3 – Опорное горное давление при образовании сферы, купола естественного равновесия и взаимодействие СМК с опорным горным давлением по действующей схеме монтажа и эксплуатации СМК

При распространении опережающего горного давления на расстояние 80 м впереди забоя равнодействующая от равномерно распределенной вертикальной нагрузка на 1 м длины лавы выразится как

$$P_B = \frac{60}{3}\frac{a^2\gamma_k}{f},$$

где a – расстояние от шарнира поддерживающего элемента с ограждающим элементом СМК до посадочного места гидростойки поддерживающего элемента, м; a = 1,35 м.

Таким образом, нагрузка на СМК и на сам забой увеличивается в 15 раз.

Рассмотрим процессы, происходящие в кровле очистных забоев с неустойчивой или среднеустойчивой кровлей.

В завальной части лавы образуется купол или, так называемый, свод естественного равновесия, при котором горные породы лучше всего сопротивляются сжатию. При этом обеспечивается устойчивость кровли, однако, с точки зрения взаимодействия с ней крепи, это условие недопустимо.

На рисунках 4 и 5 наглядно видно, как опорное давление воздействует на СМК и на забой: поддерживающие и оградительные элементы занимают положение на одной линии (рисунок 4) и тем самым не обеспечивают поддерживающие функции СМК. СМК зажата (рисунок 5).

Рис. 4 – Разворот поддерживающих элементов в традиционной секции крепи при смещении равнодействующей от опорного давления в сторону завала

Рис. 5 – Зажатие секции крепи

В противоположность этому в предлагаемом способе монтажа и эксплуатации крепи СМК работают по-другому. При формировании забоя из одного борта монтажной камеры функцию крепления борта, допустим трапеции, берет на себя СМК. Вместо приямка под стойку из СВП и соединения стойки с верхняком используют шарнирные посадочные места на основании СМК и поддерживающем элементе (рисунок 6). В этом случае не будет никаких проблем при первых, вторых и третьих циклах выемки угля, гидростойки будут расклиниваться и не позволят отходу СМК в монтажную камеру, как это происходит при действующей системе эксплуатации СМК (см. рисунок 3).

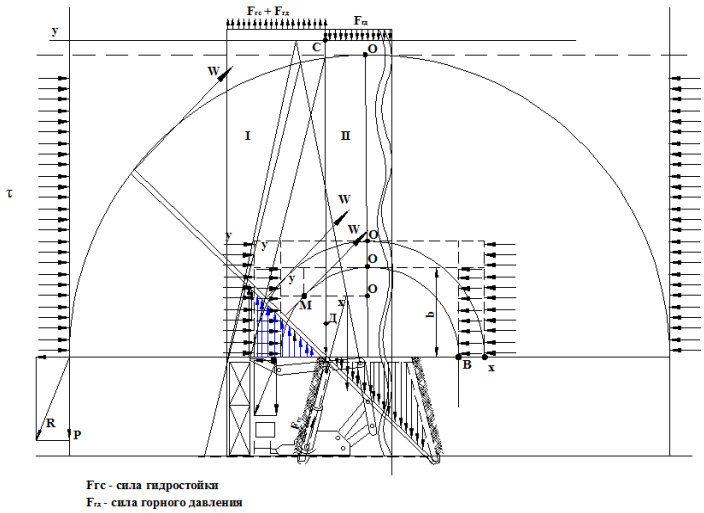


Рис. 6 – Опорное горное давление при образовании сферы, купола естественного равновесия и взаимодействие СМК с опорным горным давлением при монтаже и эксплуатации (работе) СМК по инновационной технологии

Фактически необходимо пересмотреть схему взаимодействия сил горного давления и СМК, при которой бы образовывались четкая равнодействующая и разграничивающая вертикальная линия на площади параболического свода естественного равновесия, которая определяется массой породы в объеме и которая находится в завальной части свода.

Из рисунка 6 следует, что равнодействующая от равномерно распределенной вертикальной нагрузки на 1 м длины лавы выразится как

$$P_B = \frac{3}{3}\frac{a^2\gamma_k}{f} \quad \text{или} \quad P_B = \frac{a^2\gamma_k}{f}.$$

Таким образом, вертикальная нагрузка, которая воздействует на поддерживающий элемент СМК от забоя до шарнира с ограждающим элементом делится по линии равнодействующей СД на две части: призабойную – I и завальную – II, где наглядно видно, что опорное горное давление в завальной части на длине *a* положительно влияет на призабойную часть, тем самым позволяет изменить эпюру взаимодействия сил горного давления и СМК. При этом опорное горное давление будет работать в паре с СМК, в то время как большинство используемых на сегодняшний день СМК воздействуют на опорное горное давление и всегда проигрывают (см. рисунок 3).

Предлагаемая схема монтажа и эксплуатации СМК позволяет в несколько раз уменьшить влияние опорного горного давления на СМК и на сам забой лавы, увеличить безопасность ведения работ и производительность труда по выемке полезного ископаемого, а также исключает аварийные ситуации со взрывами, обеспечивая в шахтах расчетный аэрогазовый режим [4, 5].

Таким образом, секции механизированной крепи при их монтаже необходимо не только раскрывать, но и в процессе раскрытия взводить весь ее много-

звенный механизм независимо от конструкции СМК (однорядные или двухрядные).

Литература

1 Пат. 2387841 Российская Федерация, МПК E 21 D 23/00 (2006.01). Способ монтажа и эксплуатации секции механизированной крепи (варианты) / Тарасов В.М., Тарасова А.В., Тарасов Д.В.; патентообладатель Тарасов В.М., ООО «РивильСИТ». – № 200812934/03; заявл. 18.07.2008; опубл. 27.04.2010, Бюл. № 12. – 18 с.

2 Мельников, Н.И. Проведение и крепление горных выработок: Учебник для техникумов / Н.И. Мельников. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1988. – 336 с.

3 Заплавский, Г. А. Технология подготовительных и очистных работ: Учебник для техникумов / Г.А. Заплавский, В.А. Лесных. – М.: Недра, 1989. – 423 с.

4 Буялич, Г.Д. Инновационный подход к вопросам монтажа и эксплуатации секции механизированной крепи / Г.Д. Буялич, В.М. Тарасов, Н.И. Тарасова // Вестник Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. – 2013. – № 1.1-2013. – С. 115–126.

5 Тарасов, В.М. Инновационный подход к секции механизированной крепи / В.М. Тарасов, Н.И. Тарасова // Биржа интеллектуальной собственности (БИС). – 2012. – № 6. – С. 41–54.

РАЗРАБОТКА ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ КОНЦЕНТРАТА ДИОКСИДА ТИТАНА ДЛЯ СВАРОЧНЫХ ЭЛЕКТРОДОВ

А.Г. Водопьянов
Институт металлургии УрО РАН, г. Екатеринбург

Концентрат диоксида титана (>95% TiO_2) используют в качестве компонента обмазки сварочных электродов, стабилизирующего горение дуги. В России он не производится. Его закупали в Украине, которая в настоящее время отказала в поставке концентрата в Россию и республику Казахстан. Последний закупает его в Шри Ланка по цене 1000 $ за тонну. Потребность России в нём составляет около 1000 т в год. Поэтому создание небольшого предприятия, обеспечивающего потребность в концентрате актуальна.

Известен способ получения концентрата [1] путём выщелачивания титанового шлака (92% TiO_2) раствором NaOH (10 моль/кг H_2O) в автоклаве при отношении жидкое: твёрдое (ж:т) = 4:1 при температуре 290°С в течение 4 часов. Полученный полупродукт обрабатывали раствором HCl при pH=0,2 и ж:т

=150:1, пульпу отстаивали в течение 5 часов, фильтровали, сушили и получили продукт с содержанием 98,4-99,4% TiO_2.

Другой способ [2] основан на трёхстадийной гидрометаллургической переработке продукта спекания титанового шлака (72% TiO_2) с кальционированной содой в весовом отношении Na_2CO_3:шлак = 0,55:1 при температуре 850°С в течение 1 часа. Полученный спёк на основе титаната натрия измельчали и выщелачивали в воде для удаления примесей хрома и ванадия. На втором этапе спёк выщелачивали в растворе 20% HCl при pH=0,2 и температуре кипения в течение 0,5 часа. В результате полупродукт содержал 87% TiO_2 и9,25% SiO_2, который на третьем этапе выщелачивали в двухмолярном растворе NaOH при температуре 60-70°С в течение 1 часа. В результате получили продукт с содержанием (%): 97,0; 0,055 $Fe_{общ}$ и 1,9 SiO_2.

Недостаток этого способа состоит в том, что спекание в весовом отношении Na_2CO_3:шлак = 0,55:1 соответствует расходу Na_2CO_3 в количестве 43,8% от стехиометрически необходимого (с.н.к.) для превращения всех компонентов шлака в соединения с натрием. В результате этого на второй стадии выщелачивания в HCl образуется гель SiO_2, который затрудняет фильтрацию пульпы (7л/м^{2}хчас). Кроме того в этих способах получения концентрата диоксида титана не рассматривается процесс утилизации жидких отходов. Можно полагать, что после нейтрализации их сливают в море.

Цель данного исследования состояла в разработке способа получения титанового концентрата, обеспечивающего снижение количества этапов передела и утилизацию жидких отходов.

Образцы титанового шлака массой 10 г, содержащего (%): 82,23 TiO_2; Feобщ = 4,97; 2,66 SiO_2; 0,62 Cr_2O_3; 5,89 Al_2O_4; 0,63 $Mn_{общ}$; 0,35 CaO; 0,30 MgO; 0,071 S и 0,022 P, измельчали до размера частиц менее 50 мкм, смешивали с содой, спекали в алундовых тиглях при температурах 850-900°С в течение 1 часа и выщелачивали в воде при ж:т = 4:1 и температуре 80°С [3]. Кек после стадии выщелачивания в воде обрабатывали раствором соляной кислоты (20% HCl) при ж:т = 3:1 и температуре кипения (103°С) в течение 0,5 часа. Пульпу фильтровали и промывали тройным объёмом подкисленной воды (pH=0,0) для предотвращения перехода ортотитановой кислоты $H_4Ti_2O_4$ в коллоидное состояние [4], вызывающее потери диоксида титана с фильтрационными стоками. Полученный осадок диоксида титана сушили, прокаливали при температуре 900°С и исследовали методами химического и рентгеновского фазового анализа.

Процесс спекания при температуре 900°С провели с содержанием соды в шихте в количестве 40-100% от с.н.к. на превращение компонентов шлака в Na_2TiO_3, Na_2SiO_3, $NaFeO_2$ и $Na_2Al_2O_4$. При выщелачивании спёка в воде получили кек на основе титаната натрия, гидроксида железа и щелочной раствор с pH=12,0-12,5.

Материальный баланс процесса выщелачивания показал, что извлечение алюминия и хрома в щелочной раствор составило соответственно 73 и 100%, а

натрия – 55,33%. Остальная часть натрия осталась в осадке в виде дititаната натрия $Na_2Ti_2O_5$, нерастворимого в воде, но легко разлагающегося в кипящей соляной кислоте [4].

Результаты опытов по водному выщелачиванию силиката натрия из спёка показали, что с увеличением содержания соды с 40 до 100% от с.н.к. степень извлечения SiO_2 возрастает с 26,38% до 67,33%. При этом оптимальное содержание Na_2CO_3 в шихте составляет 77,35-92% от с.н.к., т.к. при более высоком содержании соды возможно оплавление спёков.

При последующем выщелачивании кека в растворе 20%HCl степень извлечения железа возросла с 77,35 до 85,29%. Скорость фильтрации пульпы зависела от содержания Na_2CO_3 в шихте и соответственно степени водного выщелачивания силиката натрия из спёка. Так, при содержании соды в шихте в количестве 43,8% от с.н.к. принятом в [2] (весовое отношение Na_2CO_3 : шлак = 0,55:1) скорость фильтрации пульпы при разрежении 0,004 МПа составила 3,5 лхм$^{-2}$час$^{-1}$. С увеличением содержания соды в шихте с 64,0 до 77,35 и 92,4% от с.н.к. она возросла соответственно с 113 до 180 и 240 лхм$^{-2}$час$^{-1}$.

Понижение температуры спекания до 850°С ведёт к уменьшению степени извлечения SiO_2 и увеличению содержания гидрогеля в солянокислотной пульпе, создающего трудности при фильтрации (4,7-6,7 лхм$^{-2}$час$^{-1}$).

В таблице 1 приведён состав конечных продуктов в зависимости содержания соды в шихте для спекания, из которых видно, что при оптимальном количестве соды (78,7-92,4% от с.н.к.) можно получить продукт (97,153% TiO_2), представленный фазой рутила, пригодной в качестве компонента обмазки сварочных электродов. Извлечение титана в целевой продукт составило 95-96%.

Таблица 1.

Состав продуктов переработки титанового шлака

№	Na_2CO_3, % от с.н.к.	Состав, %									
		TiO_2	Fe	Si	Al	Mn	Ca	Mg	Na	P	S
1	40,2	96,040	1,31	1,00	0,73	0,120	0,065	0,087	4,83	не опр.	не опр.
2	78,7	97,153	0,58	0,68	0,034	0,034	0,072	0,042	0,210	не опр.	не опр.
3	92,4	97,155	0,70	0,65	0,033	0,034	0,050	0,044	0,074	0,019	0,013
4	100,0	96,799	0,85	0,80	0,038	0,035	0,048	0,052	0,58	0,018	0,008

Состав образующихся жидких отходов представлен в таблице 2.

Нейтрализацию растворов провели путём объединения щелочных и кислых растворов с добавлением кальционированной соды и одновременным восстановлением растворимого шестивалентного хрома в трёхвалентное состояние. Для этого в солянокислый раствор вводили железную стружку для образо-

вания $FeCl_2$ и последующего осаждения гидроксида хрома при нейтрализации до pH = 6,9-7,9 по суммарной реакции

Таблица 2

Состав жидких отходов выщелачивания спёков титанового шлака с кальционированной содой

Раствор	Состав, г/л								
	Fe	Si	Al	Cr	Mn	Ti	Cl	Na	S
Щелочной	$0,28x10^{-3}$	0,19	1,16	0,55	–	0,006	–	12,2	$3,3x10^{-3}$
Кислый	4,88	0,26	1,12	0,084	0,83	0,46	85,8	20,10	$5,5x10^{-3}$

$$Na_2CrO_4+7FeCl_2+12HCl+12Na_2CO_3+6H_2O+O_2=26NaCl+7Fe(OH)_3+Cr(OH)_3+12CO_2 \quad (1)$$

При введении железной стружки в количестве 90% и 380% от стехиометрически необходимого по реакции 1 степень извлечении хрома в кек составила, соответственно, 99,956 и 100%. Осадок на основе гидроксидов железа, алюминия и хрома отделяли от раствора. Последний дополнительно обрабатывали раствором NaOH для доосаждения гидроксидов двухвалентного железа, марганца, магния и частично кальция при pH=10,8 – 11,0.

Полученные осадки гидроксидов металлов объединили и прокалили при температуре 500°C. В результате получили кек, содержащий (%): 35,98-37,14 Fe_2O_3; 3,86-4,37 SiO_2; 19,64-23,78 Al_2O_3; 3,78-4,56 Cr_2O_3; 4,72-5,02 Mn_2O_3; 3,50-4,17 TiO_2; 3,90-4,37 MgO; 0,78-1,30 CaO и 0,10-0,16 S. По данным рентгеновского фазового анализа он представлен твёрдым раствором гематита Fe_2O_3(Cr_2O_3; Al_2O_3, Mn_2O_3) и хромпикатитом Mg, $Fe(Cr, Al)_2O_4$. Утилизация кека может быть осуществлена в востановительной плавке бокситов и глинозёмистых железных руд с получением алюмокальциевых шлаков для производства глинезёма и высокоглинозёмистого цемента [5].

Растворы NaCl упаривали до объёма 10-13% от исходного. Образовавшуюся пульпу фильтровали. Осадки промывали насыщенными водными и солянокислыми (pH=2) растворами NaCl, взятых в объёмах, близких к объёмам маточных растворов. Полученный хлорид натрия сушили при температуре 175°C. Состав полученных продуктов приведён в таблице 3.

Таблица 3

Состав хлорида натрия в зависимости от способа его отмывки от примесей

№	Отмывка раствором	Состав, (%)									
		NaCl	Fe	Si	Al	Cr	Mn	Ti	Mg	Ca	S
1	HCl (pH=2)	99,955	–	$6x10^{-4}$	$9x10^{-4}$	$2x10^{-4}$	$1x10^{-4}$	–	$2,6x10^{-3}$	$3,9x10^{-2}$	$<1x10^{-3}$
2	NaCl (насыщ)	99,951	–	$3,6x10^{-3}$	$1,8x10^{-3}$	$2x10^{-4}$	$1x10^{-4}$	–	$2x10^{-3}$	$4,2x10^{-2}$	$<1x10^{-3}$

Из таблицы 3 видно, что промывка осадка NaCl от примесей солянокислым раствором хлорида натрия (pH=2) способствует большему снижению концентрации SiO_2 в продукте, чем при промывке насыщенным водным раствором NaCl. Это связано с тем, что скорость гелеобразования SiO_2 в кислых растворах NaCl значительно ниже, чем в нейтральной среде [6, с. 242]. В результате полученный хлорид натрия имеет более глубокую степень очистки от оксидов кремния и алюминия, чем при промывке насыщенным водным раствором NaCl. Образующиеся при этом маточный и промывной растворы могут быть возвращены в начало процесса.

Полученная поваренная соль марки ОСЧ (не менее 99,7% NaCl [7]) может быть использована в различных отраслях промышленности. Так по данным рынка поваренной соли [8] из всего объёма её производства 39% используется в химической промышленности и 37% – на разжижение обледенелых дорог.

По результатам материального баланса процесса получения одной тонны концентрата диоксида титана (97,15% TiO_2), выполненного на основе данных [3], расход материалов составит (т): титанового шлака (82,2% TiO_2) – 1,23; кальционированной соды – 1,35 и соляной кислоты (35,38% HCl) – 1,35. При этом в качестве побочных продуктов будет получено 0,225 т кека и 1,23 т хлорида натрия марки «ОСЧ».

Выводы.

1. Разработана безотходная технология производства титанового концентрата (97, 15% TiO_2) – компонента обмазки сварочных электродов, позволяющая исключить зависимость от поставок по импорту.
2. Процесс осуществляется путём спекания титанового шлака (>72% TiO_2) с кальционированной содой и последующего выщелачивания спёка в воде и растворе 20% HCl.
3. Жидкие щелочные и солянокислые растворы нейтрализуют с образованием кека на основе Fe_2O_3 и Al_2O_3 и раствора хлорида натрия, из которого выпаркой получают поваренную соль марки ОСЧ (99,955% NaCl).

Литература

1. Yongjie Zhang, Tao Qi, Yi Zhang // Hydrometallurgy. 2009. №96. P. 52-56.
2. Lasheen T.A. // Hydrometallurgy. 2008. №93. P. 124-128.
3. Водопьянов А.Г., Кожевников Г.Н. Журнал прикладной химии. 2013. Т. 86. №1. С. 124-126.
4. Лучинский Г.П. Химия титана. М.: Химия. 1971. – 470 с.
5. Иванов А.И., Кожевников Г.Н., Ситдиков Ф.Г. и др. Комплексная переработка бокситов. Екатеринбург, УрО РАН. 2003. – 180 с.
6. Айлер Р. Химия кремнезёма. Ч. 1. М.: Мир. 1982. – 416 с.
7. Сырьё и продукты промышленности органических и неорганических веществ. Справочник. Ч. 1. АНО.НПО «Профессионал». 2002. – 988 с.
8. Химия Украины. 2007. №13. С. 47.

УДК 622.7

ИССЛЕДОВАНИЕ ТИТАНОМАГНЕТИТОВЫХ РУД И КОНЦЕНТРАТОВ ОАО «ЕВРАЗ КГОК»

А.Н. Дмитриев[1,2], Р.В. Петухов[2], С.В. Корнилков[3], А.Е. Пелевин[4], Г.Ю. Витькина[1], Ю.А. Чесноков[1], С.А. Упоров[1], Т.В. Сапожникова[1], К.Ю. Шуняев[1]

[1]Институт металлургии УрО РАН, [2]Уральский федеральный университет имени Первого Президента России Б.Н. Ельцина, [3]Институт горного дела УрО РАН,[4]Уральский государственный горный университет

Месторождения традиционных магнетитовых железных руд, на которых выросла черная металлургия Урала, к настоящему времени практически выработаны. В то же время в недрах Урала имеются огромные, практически неограниченные, запасы титаномагнетитовых руд [1–5]. Титаномагнетиты – будущее металлургии Урала. В настоящее время ОАО «ЧМЗ» и ОАО «ЕВРАЗ НТМК» перерабатывают титаномагнетиты Гусевогорского месторождения Качканарской группы месторождений, являясь, кроме производства стали, основными поставщиками ванадия в России. ОАО «ЧМЗ» также производит конечные ванадиевые продукты – феррованадий и пентаоксид ванадия.

В промышленных запасах железных руд Урала титаномагнетиты составляют около 75 %. Их промышленные запасы по категориям $A+B+C_1$ составляют около 7 млрд т, по категории C_2 – около 5 млрд т. Химический состав некоторых руд и железорудных титаномагнетитовых концентратов представлен в таблице 1.

Таблица 1

Химический состав исходной руды и концентратов некоторых ванадийсодержащих месторождений Урала, % [5]

Месторождение	Исходная руда			Концентрат		
	Fe	V_2O_5	TiO_2	Fe	V_2O_5	TiO_2
Гусевогорское	16,6	0,13	1,23	61,5	0,59	2,50
Качканарское	16,6	0,14	1,24	63,0	0,60	3,60
Медведевское	24,0	0,25	7,00	60,0	0,7–0,8	10,15
Копанское	36,7	0,45	9,90	54–60	0,7–0,9	8,13

В настоящее время разрабатывается Гусевогорское месторождение Качканарской группы месторождений, в ближайшей перспективе – собственно Качканарское месторождение. Характеристика этих месторождений приведена в таблице 2. Балансовые запасы руд этих месторождений составляют 11,54 млрд. т, из них 6,85 млрд. т – разведанных.

Таблица 2

Титаномагнетиты Качканарской группы месторождений [6]

Месторождение	Запасы, млрд. т.	Среднее содержание железа в рудах
Гусевогорское	3,5	16,6
Качканарское	2,6	16,6

Гусевогорское месторождение приурочено к интрузивному массиву Гусевых гор. Промышленное оруднение представлено вкрапленностью титаномагнетита и сосредоточено в нескольких залежах. Рудные минералы представлены магнетитом и ильменитом. По химическому составу руды относятся к бедным ванадийсодержащим титаномагнетитовым вкрапленникам. Содержание титаномагнетита максимальное в диаллагитах и минимальное в габбро (менее 14 % $Fe_{общ}$). По технологическим свойствам руды относятся к легкообогатимым – крупно- и средневкрапленные структуры, среднеобогатимые – мелковкрапленные руды и труднообогамые – тонко- и мелковкрапленные руды.

Качканарское месторождение расположено на северном и северо-восточном склонах горы Качканар и приурочено к качканарскому пироксенитовому массиву. Основную часть залежи составляют руды с содержанием 16–20 % Fe. Меньшую площадь составляют руды с содержанием 14–16 % Fe. Оруднение распространено в диаллаговых пироксенитах и частично в оливинитах. Характерная черта оруднения – плавный переход от промышленных концентраций рудных минералов к слабо орудненным и безрудным породам. Оруднение в оливинитах представлено крупновкрапленными богатыми рудами с содержанием более 20 % Fe. По данным [7], ОАО «ЕВРАЗ КГОК» ведутся подготовительные работы по вовлечению в эксплуатацию данного месторождения.

С целью предварительной оценки возможности пирометаллургической переработки руд собственно Качканарского месторождения была поставлена задача раздельной переработки минеральных разновидностей руды Гусевогорского месторождения в лабораторных условиях и получения 45–50 кг железных концентратов с повышенным и пониженным содержанием TiO_2.

Для испытаний процесса магнитного обогащения отобраны две пробы, представляющие минеральные разновидности руды Гусевогорского месторождения – малотитанистая и нормальнотитанистая разновидности.

Малотитанистая проба руды отобрана в Западном карьере, проба названа высокованадистой. Содержание $Fe_{общ}$, $Fe_{магн}$, V_2O_5, TiO_2 в пробе по паспорту равно 15,9; 10,17; 0,166 и 1,48 %, соответственно. При магнитном анализе этой пробы получен концентрат с высоким содержанием $Fe_{общ}$ (66,1 %) и V_2O_5 (0,74 %) и низким содержанием TiO_2 (1,79 %). Исходя из полученных содержаний $Fe_{общ}$, V_2O_5, TiO_2 в концентрате магнитного анализатора эту пробу следует отнести к крупновкрапленной малотитанистой разновидности руды [8].

Нормальнотитанистая проба руды отобрана в Центральном карьере, проба названа высокотитанистой. Содержание $Fe_{общ}$, $Fe_{магн}$, V_2O_5, TiO_2 в пробе по паспорту равно 16,64; 11,34; 0,167 и 1,61 %, соответственно. При магнитном анализе этой пробы получен концентрат со средним содержанием $Fe_{общ}$ (62,8 %), V_2O_5 (0,68 %) и TiO_2 (2,28 %). Исходя из полученных содержаний $Fe_{общ}$, V_2O_5, TiO_2 в концентрате магнитного анализатора эту пробу следует отнести к мелковкрапленной нормальнотитанистой разновидности руды [8].

Схема переработки проб руды соответствовала схеме обогащения, применяемой на ОФ «ЕВРАЗ КГОК». Схема обогащения включала сухую магнитную сепарацию (СМС), три стадии измельчения до крупности не менее 91,5-92 % кл.-71 мкм, четыре стадии мокрой магнитной сепарации (ММС). Первая стадия измельчения осуществляется в стержневых мельницах, вторая и третья стадия измельчения осуществляется в шаровых мельницах в замкнутом цикле с гидроциклонами. СМС осуществляется в магнитных барабанных сепараторах серии ПБС, ММС осуществляется в магнитных барабанных сепараторах серии ПБМ. В лабораторных условиях сухая магнитная сепарация не применялась [8].

Следует отметить, что извлечение железа в концентрат выше (70,44 против 64,27 %) при обогащении нормальнотитанистой руды при более низком содержании железа в хвостах (6,05 против 6,72 %). Концентрат, полученный из малотитанистой руды более тонкий – он содержит больше класса -71 мкм (93,2 против 91,7 %).

Технологические результаты переработки проб руды по лабораторной схеме обогащения соответствуют результатам магнитного анализа проб руды.

В ИМЕТ УрО РАН выполнен химический анализ проб руд и концентратов, полученных из ООО «Техноген-проект» (результаты приведены в таблице 3). Анализ результатов показал соответствие концентрата, полученного из высокотитанистой руды Главного карьера Гусевогорского месторождения, концентрату, полученного из руды собственного Качканарского месторождения.

Таблица 3

Химический состав руд и концентратов Качканарского месторождения

Химический состав, %	Гусевогорская руда	Руда высокотитанистая (Главный карьер)	Руда богатая низкотитанистая высокованадистая (Западный карьер)	Гусевогорский концентрат для производства окатышей	Концентрат высокотитанистый (Главный карьер)	Концентрат богатый низкотитанистый высокованадистый (Западный карьер)
1	2	3	4	5	6	7
$Fe_{общ}$	16,7	15,89	16,78	61,4	63,83	65,27
$Fe_{мет}$	–	0,12	0,16	0,12	0,095	0,12
FeO	12,34	10,19	8,65	27,0	29,34	29,20
Fe_2O_3	10,12	23,63	14,09	–	–	–
CaO	15,2	–	–	1,52	0,97	0,62
SiO_2	38,8	38,08	39,03	4,25	2,89	1,72

1	2	3	4	5	6	7
MgO	13,7	11,75	11,28	3,11	2,40	1,16
Al_2O_3	5,52	5,22	8,64	2,31	2,58	2,22
1	2	3	4	5	6	7
MnO	0,17	0,214	0,184	0,23	0,255	0,192
TiO_2	1,28	1,58	1,40	2,52	3,4	2,13
V_2O_5	0,13	0,179	0,20	0,58	0,70	0,80
S	0,03	0,025	0,013	–	0,0119	0,0103
P/P_2O_5	0,02/0,07	/0,0052	/0,015	–	≤0,01	≤0,01

На рис. 1 и 2 приведены фотографии и микроструктура кусков руды Гусевогорского месторождения – Западный карьер, на рис. 3 и 4 – Главный карьер. На рисунках видны крупные зерна титаномагнетита, более мелкие (светлые) – ильменит, более мелкие (белые) – металлическое железо.

Рис. 1. Качканарская титаномагнетитовая руда – Западный карьер (TiO_2 = 1,40 %)

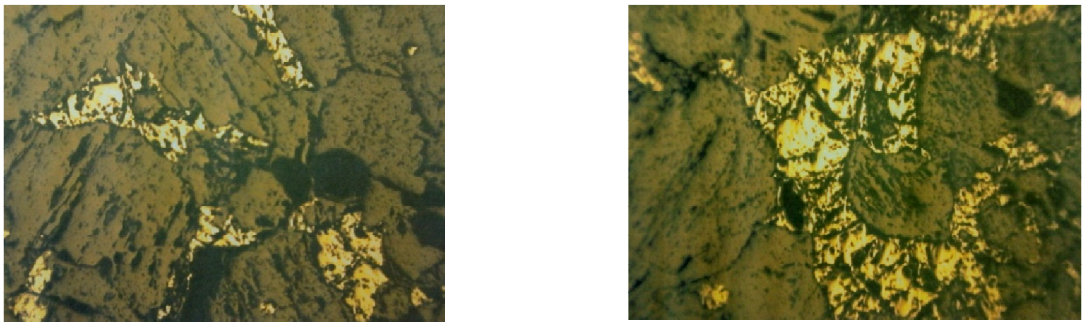


Рис. 2. Микроструктура титаномагнетитовой руды – Западный карьер (TiO_2 = 1,40 %) при увеличении ×50

Рис. 3. Качканарская титаномагнетитовая руда – Главный карьер (TiO_2 = 1,58 %)

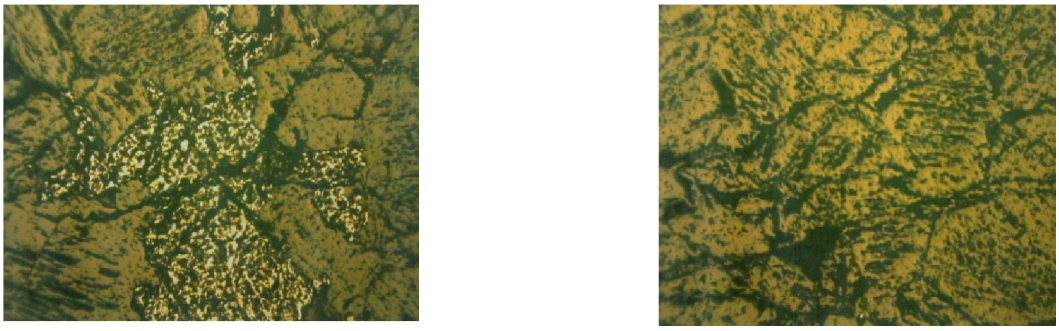


Рис. 4. Микроструктура титаномагнетитовой руды – Главный карьер (TiO_2 = 1,58 %) при увеличении X50

Выполнены измерения намагниченности концентратов на оборудовании Cryogenic CFS-9T-CVTI. На рис. 5 приведены результаты измерений для трех концентратов.

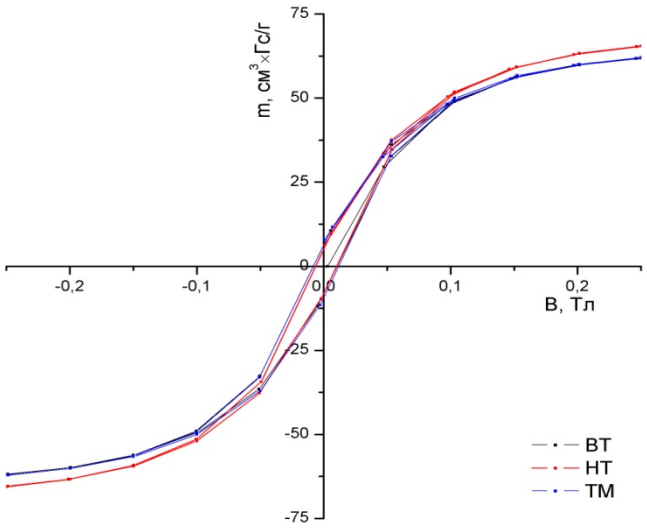


Рис. 5. Кривые намагниченности для трех образцов

В табл. 6 приведены магнитные характеристики образцов: m_0 – остаточная намагниченность (± 0,05 $см^3 \times Г \cdot с/г$); m_s – намагниченность насыщения (±0,05 $см^3 \times Г \cdot с/г$); H_c – коэрцитивная сила (± 10 Э).

Таблица 6

Магнитные характеристики образцов

Образец	m_0, $см^3 \times Гс/г$	m_s, $см^3 \times Гс/г$	H_c, Э
ВТ	6,52	66,22	93
НТ	5,12	70,45	82
ТМ	6,38	66,89	99

На рис. 6–7 приведены кривые изменения магнитных характеристик концентратов зависимости от магнитной индукции.

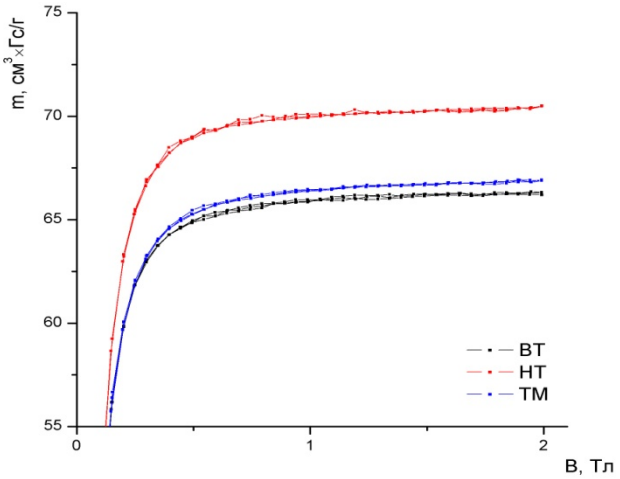
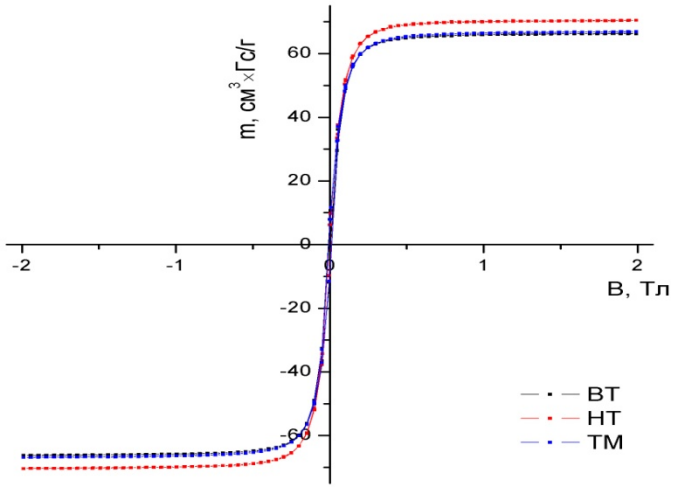


Рис. 6. Зависимость намагниченности концентратов от магнитной индукции



В работе представлены результаты предварительных экспериментальных исследований руд собственно Качканарского месторождения для их дальнейшей металлургической переработки. Проведен химический анализ руд и кон-

центратов Гусевогорского и Качканарского месторождений, исследованы магнитные свойства концентратов путем измерения намагниченности. Сделаны выводы о близости химических составов по ванадию и титану концентратов высокотитанистого Главного карьера Гусевогорского месторождения и собственно Качканарского месторождения, а также о некотором различии магнитных свойств низкотитанистого и высокотитанистого концентратов и практически одинаковых магнитных свойствах высокотитанистого и типичного концентрата из Гусевогорского месторождения.

В дальнейшем планируется оценить возможность переработки таких концентратов по схеме «доменная печь – конвертер» и схеме «металлизация – электроплавка».

Статья подготовлена по материалам междисциплинарного проекта УрО РАН 12-М-23457-2041.

Литература

1. Шманенков И.В., Резниченко В.А., Мелентьев Б.Н. и др. Комплексное использование руд // И.П. Бардин и развитие металлургии в СССР. М.: Наука, 1976. С. 14–25.

2. Резниченко В.А., Шабалин Л.И. Титаномагнетиты, месторождения, металлургия, химическая технология. М.: Наука, 1986. 294 с.

3. Пирометаллургическая переработка комплексных руд / Л.И. Леонтьев, Н.А. Ватолин, С.В. Шаврин, Н.С. Шумаков. М.: Металлургия, 1997. 432 с.

4. Смирнов Л.А., Дерябин Ю.А., Шаврин С.В. Металлургическая переработка ванадийсодержащих титаномагнетитов. Челябинск: Металлургия, 1990. 256 с.

5. Гаврилюк Г.Г., Леконцев Ю.А., Абрамов С.Д. Доменная плавка титаномагнетитов. Тула: АССОД, 1997. 216 с.

6. Рудные месторождения СССР / Под ред. акад. В.И. Смирнова. М., Недра, 1978. Т. 1–3.

7. Управленцы КГОКа расписали этапы разработки Собственно-качканарского месторождения [Электронный ресурс] // http://www.kchetverg.ru/2010/03/10/upravlency-kgoka-raspisali-etapy-razrabotki-sobstvenno-kachkanarskogo-mestorozhdeniya (дата обращения: 02.09.2013).

8. Раздельная переработка проб руды Гусевогорского месторождения: отчет о НИР по х/д № 01/07/-12И / Под рук. Пелевина А.Е. ООО «Техногенпроект», 2012. 20 с.

УДК 622.58

ОСУШЕНИЕ КОРЕННЫХ АЛМАЗНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЯКУТИИ С ПОСЛЕДУЮЩИМ ОТВЕДЕНИЕМ СТОКОВ В НЕДРА КРИОЛИТОЗОНЫ

Дроздов А.В., институт «Якутнипроалмаз» АК «АЛРОСА»

АК «АЛРОСА» производит добычу алмазов в сложных горно-геологических условиях криолитозоны Якутии с ее крайне ранимой экосистемой. Криогидрогеологические условия алмазоносных районов имеют ряд существенных отличий, связанных с водообильностью и строением водовмещающих пород, составом и свойствами подземных флюидов, которые определяют затраты на утилизацию промстоков и в целом на эффективность освоения коренных месторождений. Общей особенностью глубоких горизонтов кимберлитовых трубок (Мир, Айхал, Удачная и др.) является их обводненность хлоридными натриевыми и кальциевыми рассолами, прямой сброс которых в водотоки или водоемы влияние на экологическую ситуацию региона. Состав подземных вод, объемы притоков в горные выработки создают проблемы для открытых и подземных работ, влияют на технологию отработки рудных тел, производительность и долговечность используемого оборудования, а также на выбор варианта удаления дренажных стоков в недра криолитозоны.

По интенсивности притоков подземных вод и объемам закачки минерализованных стоков коренные алмазные месторождения Якутии можно разделить на две группы: со значительными водопритоками − 300-1200 м^3/час (трубки Мир, Интернациональная, Удачная) и низкими − 10-30 м^3/час (трубки Айхал, Юбилейная, Нюрбинская и др.). Основные месторождения с высокими притоками дренажных вод (трубки Мир и Интернациональная) располагаются на юге Западной Якутии в Мало-Ботуобинском районе, где развит региональный надсолевой метегеро-ичерский водоносный комплекс (МИВК), высокие емкостные и гидродинамические параметры которого связаны с зонами региональных разломов. На горных предприятиях, осваивающих данные алмазоносные трубки, опробованы разные технологии по ограничению водопритоков, что позволило вести открытые горные работы в относительно благоприятных условиях. Месторождения с низкими притоками дренажных вод располагаются на севере в Далдыно-Алакитском, Среднемархинском и Верхнемунском алмазоносных районах. Разработка кимберлитовых трубок в этих районах осуществляется, в основном, открытым способом с осушением горных выработок за счет внутрикарьерного водоотлива.

В настоящее время основная часть поступающих в горные выработки дренажных рассолов удаляется обратно в недра криолитосферы по двум направлениям: захоронение в толщи многолетнемерзлых пород (ММП) и обрат-

ная закачка в подмерзлотные водоносные горизонты. Для каждого горнодобывающего предприятия (ГОКа) АК «АЛРОСА» разработан определенный метод ликвидации сточных вод с учетом конкретных криогидрогеологических условий. На месторождениях Мир, Интернациональная применяется обратная закачка дренажных вод в подмерзлотный МИВК. Для условий криолитозоны севера Западной Якутии (Удачнинский, Айхальский, Нюрбинский ГОКи) удаление дренажных рассолов осуществляется в ММП. Удачнинский ГОК впервые в мировой практике внедрил захоронение дренажных рассолов в мерзлый ярус криолитозоны с соблюдением всех требований экологической безопасности, при этом его практическая реализация осуществлялась на пионерных объектах (Октябрьском и Киенгском полигонах) на протяжении более двух десятков лет. В основе применяемого способа удаления стоков задействовано свойство формирования полезной емкости резервуара в криогенном массиве за счет изменения фазового состояния воды из твердого в жидкое под воздействием рассолов.

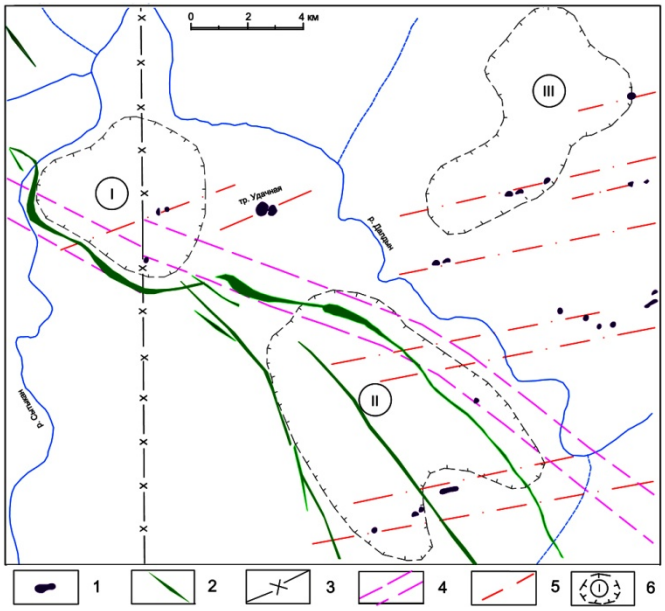


Рис. 1. Схема участков для захоронения дренажных вод трубки Удачной: *1* – кимберлитовая трубка; *2* – дайки долеритов, заполняющие разломы Вилюйско-Котуйской тектонической зоны; *3* – Силигиро-Мархинский разлом; *4* – зона Октябрьского разлома; *5* – нарушения Далдыно-Оленекской тектонической зоны; *6* – участки закачки: *I* – Октябрьский, *II* – Киенгский, *III* – Левобережный

На месторождении трубки Мир при открытом способе отработки в период 1977–1988 гг. в интервале залегания МИВК применялась комбинированная система осушения, включающая в себя открытый карьерный водоотлив и опережающую систему водопонижения. Водопонижающие скважины глубиной 530 м с конечным диаметром 426 мм, оборудованные погружными насосами «Плейгер», располагались по периметру карьера. На последнем этапе открытой разработки в 1992–2004 гг., когда сооружаемая противофильтрационная тампо-

нажная завеса, под защитой которой предполагалась дальнейшая отработка месторождения, не достигла проектных показателей, водопонижение осуществлялось только карьерным водоотливом. При глубине карьера 525 м в условиях полного вскрытия водоносного комплекса и весьма ограниченном забойном пространстве, притоки подземных вод достигали 1100 м^3/ч. Отработка запасов ниже отметки -190 абс. м производится подземным способом под защитой системы «сухой» консервации карьера, суть которой заключается в засыпке карьера до отметки -160 абс. м долеритовыми глыбами, созданию грунтово-плёночного противофильтрационного экрана и заглубленного карьерного водоотлива на отметке -141 абс. м.

На трубке Мир с 1991 г. применяется технология обратной закачки дренажных вод в осушаемый МИВК. Постоянная схема удаления рассолов на полигоне включает 2−3 насосные станции, оборудованные насосами с производительностью 800 м^3/ч и напором 0,7 МПа для перекачки воды из накопителя, а также ряд нагнетательных и наблюдательных скважин. Существующая схема удаления позволяет производить сброс до 1500 м^3/ч дренажных вод в скважины, при этом объёмы закачки рассолов за этот период превысили 240 млн м^3 (рис. 2). Пьезометрические уровни МИВК за период отработки месторождения претерпевали существенные изменения. В последние годы сформирована сложная пьезометрическая поверхность уровней с чётко выраженным репрессионным куполом от обратной закачки дренажных вод на полигоне и депрессионной воронкой от водопонижения в карьере трубки Мир. Превышение уровней в центральной части участка закачки над забоем карьера составляет 450–480 м при расстоянии 8,8 км между этими объектами.

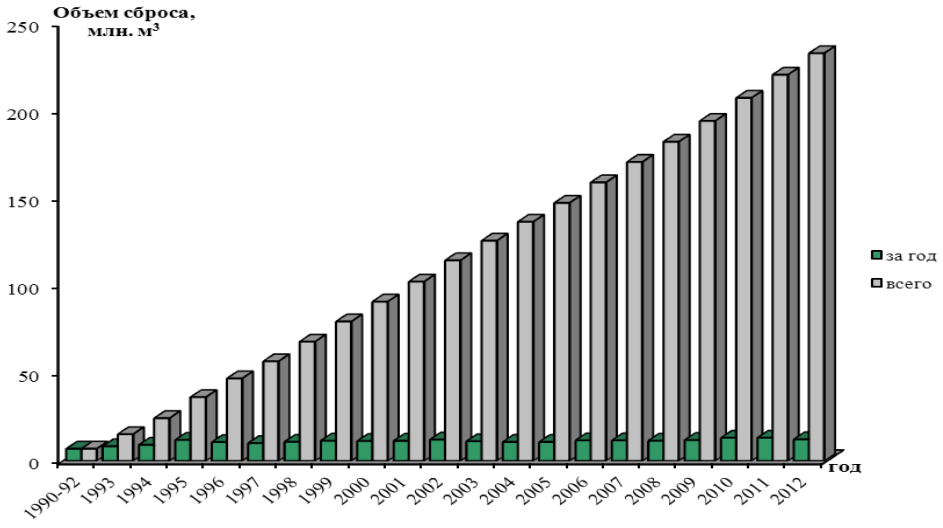
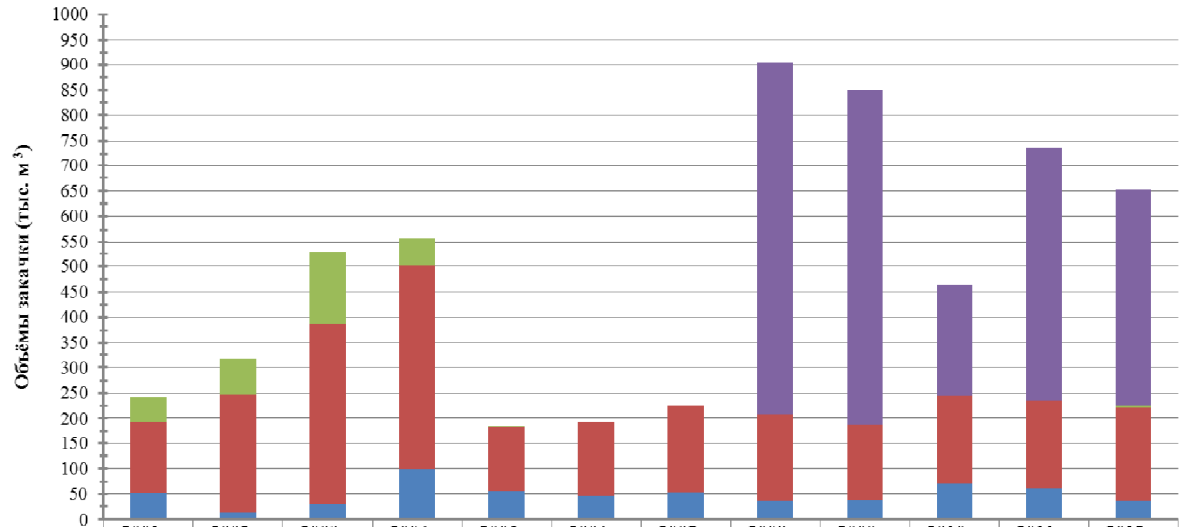


Рис. 2. Объемы обратной закачки дренажных рассолов карьера Мир

Отработка глубоких горизонтов *трубки «Интернациональной»,* связана с поступлением хлоридных натриевых и кальциевых рассолов в подземные горные выработки. До настоящего времени разработка месторождения осуществлялась

в толще ММП (карьер) и ниже водообильного МИВК (рудник), где водопритоки подземных вод составляли десятки м^3/сутки. Весь объем дренажных стоков поступающих в рудник удаляется обратно в МИВК способом обратной закачки на участке, который располагается в 3 км от рудного тела. Полигон введен в эксплуатацию в 2001 г. со средней производительностью сброса 30–60 тыс. м^3/мес. Закачиваемые стоки представляют собой смесь пресных бытовых, минерализованных шахтных вод, содержащих до 270 мг/дм^3 взвешенных веществ и до 110 мг/дм^3 сероводорода. На участке сооружено 6 закачных скважин, приёмистость которых изменяется от 10,3 до 25 м^3/ч. Минерализация удаляемой воды зависит от существующих пропорций смешения поступающих хозяйственно-бытовых стоков с шахтными рассолами и варьируется от 6,7 до 47,3 г/дм^3. По химическому составу вода имеет хлоридный натриево-кальциевый тип. За период существования полигона (2001–2012 гг.) закачано 3,1 млн м^3 смешанных стоков (рис. 3). В летний период на полигоне УЗВ осуществляется удаление вод из карьера «Новинка» с производительностью 130−140 м^3/ч в 5 закачных скважин. За пять лет существования УЗВ сброшено в МИВК 2,5 млн м^3 слабоминерализованных стоков.



	2001 г.	2002 г.	2003 г.	2004 г.	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.
Новинка	0	0	0	0	0	0	0	696	661	222	500,5	425,4
Минерал.	49	70	143	57	1	0	0	0	0	0	0	6,8
Бытовые	143	234	355	402	128	147	171	172	149	173	174,5	183,7
Шахтные	50	14	32	99	56	45	55	36	39	70	60,6	36,3

Рис. 3. Основные элементы баланса промстоков УОЗ рудника «Интернациональный»

В ближайшее время предусматривается вскрытие подкарьерных запасов трубки в интервале МИВК подземным способом с опережающим осушением рудного тела и последующей обратной закачкой поступающих рассолов в дренируемый комплекс. При защите подземных горных выработок прогнозируется формирование притока сточных вод интенсивностью 900 м^3/ч с учётом возврата из-за барражирующего экрана (Западного разлома) в объеме 30–40 %. В районе полигона закачки абсолютные отметки пьезометрической поверхности во-

доносного комплекса на 01.01.99 г. составляли +138 …+150 м ($H_{ст}$ =+210…+215 абс. м). Низкое положение уровня на тот момент было за счет регионального водопонижения при осушении карьера Мир. С начала эксплуатации полигона отметки пьезометрической поверхности вблизи участка сброса достигли +152…+295 абс. м.

Система водоотлива из карьера *на трубке Удачной* формировалась в течение всего периода его эксплуатации. С июля 1985 г. началось систематическое поступление в карьер подземных минерализованных вод, динамика по основным показателям (объемы притоков, минерализация рассолов) которых приведена на рисунке 4. Средняя величина основных ежемесячных показателей: V = 65,6 тыс. м^3 и M = 290,0 г/дм^3. Всего за этот период откачано свыше 21 млн м^3 воды со среднемесячной минерализацией от 30 до 363 г/дм^3. В настоящее время средняя производительность системы захоронения стоков составляет 200 м^3/ч.

	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Объем тыс.м³	105	173	399	777	380	503	579	474	521	865	758	877	890	745	669	761	633	764	701	677	677	1021	1362	1347	1764	1759	1466	1420
$M_{ср}$, г/л	62	159	191	182	233	239	287	273	294	287	274	280	312	317	304	324	330	333	325	347	343	342	338	344	333	352	356	343

Рис. 4. Изменения элементов баланса системы осушения и захоронения дренажных вод карьера «Удачный»

Эксплуатация полигонов закачки дренажных вод в Удачнинском ГОКе (см. рис. 1) осуществляется с начала поступления подземных вод в карьер. На начальном этапе освоения Октябрьского участка сброс рассолов производился в скважины с их доставкой автотранспортом. В дальнейшем, по мере увеличения водопритоков в карьер и строительства системы захоронения, в эксплуатацию

вводились как водопоглощающие, так и наблюдательные скважины. Технологическая схема удаления стоков состояла в следующем. С нижнего добычного горизонта карьера путем перекачки дренажные воды поступали и накапливались в промежуточных зумпфах или в емкостях. Далее, с помощью насосов ЦНС по водоводам рассолы поступали к эксплуатационным скважинам. Их количество изменялось от 1 до 7, в зависимости от производительности насосного оборудования и приемистости отдельной скважины. Приемистость закачных скважин является величиной переменной и в большинстве случаев возрастала в 2–3 раза. Всего с 1985 по 2002 гг. на Октябрьском полигоне было удалено свыше 10 млн $м^3$ дренажных стоков. При этом задействовано под захоронение 29 закачных скважин. В среднем период эксплуатации одной скважины составлял 3–5 лет с объем закачки 300 тыс. $м^3$.

Киенгский полигон захоронения минерализованных вод начал эксплуатироваться с 2001 г., где сооружено 12 водопоглощающих скважин глубиной 280 м, располагаемых в линейно на расстоянии 250 м друг от друга и ряд наблюдательных скважин, оборудованных на интервалы криогенного яруса, а также на подмерзлотный водоносный горизонт (рис. 5). Схема перекачки дренажных рассолов на Киенгский полигон представляла следующим образом. С нижних добычных горизонтов минерализованные стоки перекачивались в емкости на горизонте +250 абс. м. Оттуда транспортировались в емкости центральной перекачной станции, расположенной в верхней части плотины хвостохранилища на руч. Новый. Далее по водоводу диаметром 325 мм и длиной 4 км дренажные рассолы поступали в накопительную емкость объемом 550 $м^3$, которая была установлена в наиболее высокой точке поверхности полигона, и из нее вода самотеком подавалась к эксплуатационным скважинам.

Распределение объемов сброса дренажных вод в ММП по эксплуатационным скважинам участка приводится на рисунке 6. Во время закачки дренажных рассолов, как правило, одновременно используются 4–5 скважин, которые, в случае кольматации проницаемых коллекторов и уменьшения поглощающей способности выработок, могут быть заменены на резервные. Для этого подводящие водоводы к эксплуатационным скважинам оборудованы регулирующими задвижками. Следует отметить, что более 80 % объема дренажных рассолов удалено через пять скважин (404–408), расположенных в центре полигона. Всего с начала освоения Киенгского полигона закачано в существующий и формируемый резервуар ММП свыше 12 млн $м^3$ дренажных стоков. В настоящее время построен и эксплуатируется уже третий полигон закачки минерализованных стоков – Левобережный.

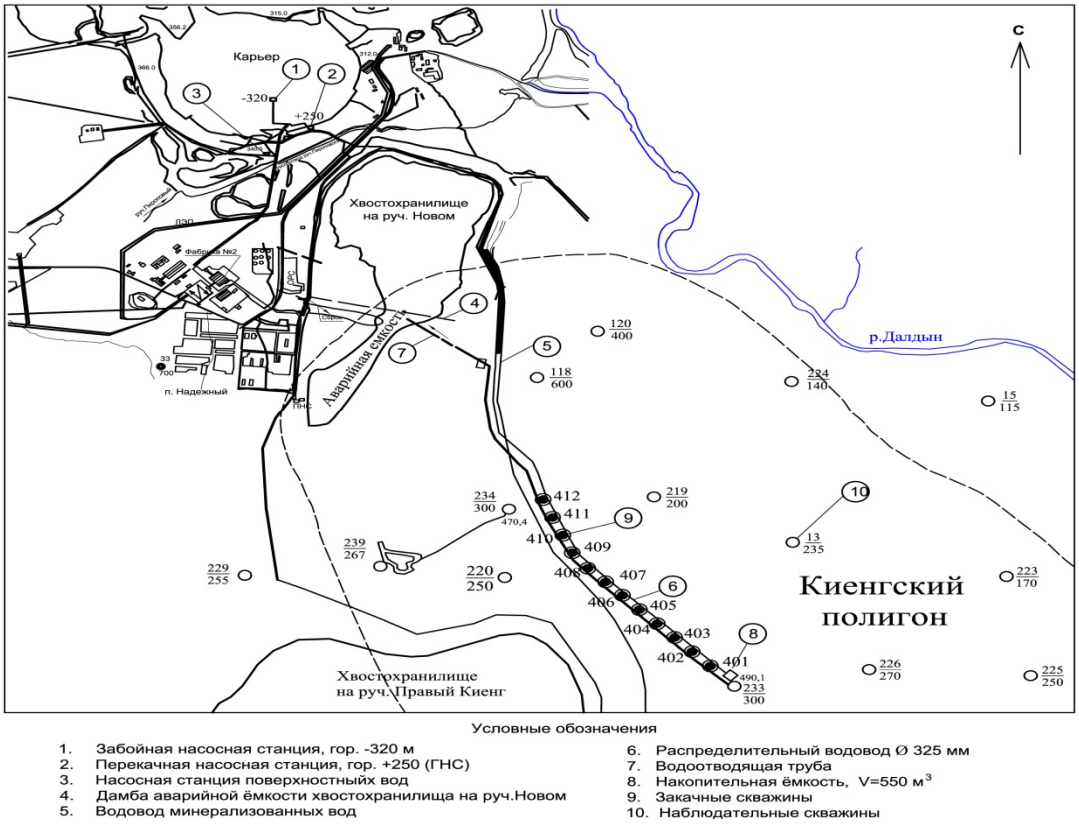


Рис. 5. Схема водоотведения сточных вод карьера Удачный на Киенгский участок закачки

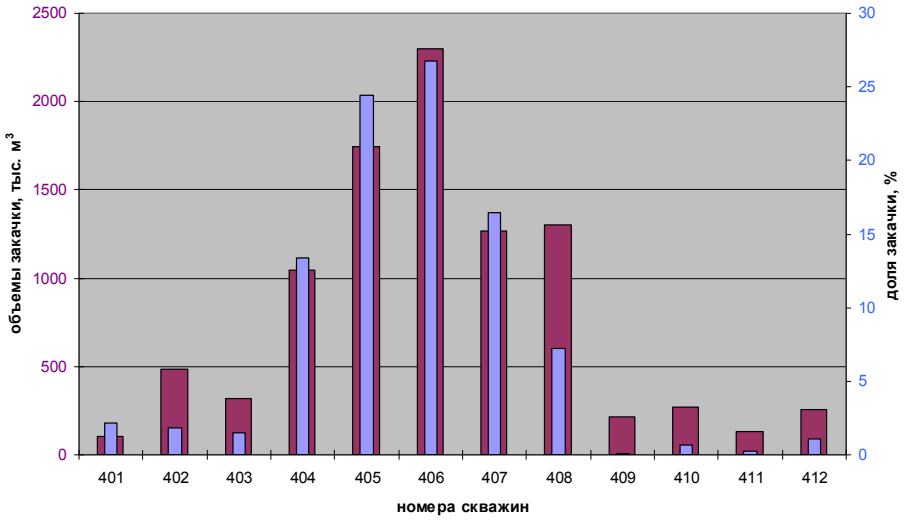


Рис. 6. Распределение объемов закачки рассолов по скважинам Киенгского участка

На месторождениях трубок Айхал, Комсомольская, Нюрбинская и др., находящихся на севере Западной Якутии, водоотведение подмерзлотных рассолов ввиду небольших фактических и ожидаемых водопритоков осуществляется преимущественно внутрикарьерным водоотливом. Это существенно упрощает проблему удаления дренажных вод в ММП с транспортировкой стоков от карьера автотранспортом. Для указанных месторождений данное обстоятельство

имеет достаточно большое значение, так как дренажные рассолы имеют высокую минерализацию (до 350 г/л). В настоящее время построены и эксплуатируются уже два участка закачки: Ботуобинский (Нюрбинский ГОК) и Ноябрьский (Айхальский ГОК).

В разрабатываемых проектах защиты горных предприятий АК «АЛРОСА» от дренажных рассолов и при переходе на подземную отработку месторождений важным экологическим ограничителем закладывается производительность дренажных систем, которые в существенной мере зависят от принимаемой схемы ведения добычных работ. За многолетний период осушения алмазных месторождений Якутии с последующим удалением стоков в недра криолитозоны вблизи карьеров и рудников формируются многокилометровые депрессионные воронки и репрессивные куполы с изменившимся гидродинамическим режимом подземных вод в гидросфере. Поэтому для прогнозов водопритоков в горные выработки и захоронения (обратной закачки) дренажных рассолов отстраиваются гидродинамические модели и проводятся многовариантные эксперименты с использованием численного моделирования. Выполненные прогнозные расчеты, в частности по программе «MODFLOW», показывают, что сброс стоков карьеров и рудников на участках закачки возможен, однако его реализация, к примеру, на трубках Мир, Интернациональная, увеличивает водопритоки к дренажной системе за счет возврата закачиваемых вод к подземным выработкам на 10−30 %.

В своей деятельности на территории Якутии АК «АЛРОСА» постоянно разрабатывает и осуществляет одно из стратегических направлений – создание малоотходных технологий при отработке алмазных месторождений, учитывающих экологические аспекты данной проблемы. При принятии решения о месте захоронения дренажных рассолов делается обоснованный выбор из множества альтернативных вариантов, а также учитываются особенности криогидрогеологических условий, в которых процесс утилизации осуществляется.

Литература

1. Дроздов А.В. Природные и техноприродные резервуары промышленных стоков в криолитозоне (на примере Якутской части Сибирской платформы). – Якутск: Изд-во СВФУ, 2011. – 416 с.

2. Дроздов А.В. Захоронение дренажных рассолов в многолетнемерзлых породах (на примере криолитозоны Сибирской платформы). – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2007. – 296 с.

3. Дроздов А.В., Иост Н.А., Лобанов В.В. Криогидрогеология алмазных месторождений Западной Якутии. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2008. – 507 с.

УДК 622.765.061.2

РЕАГЕНТ ДЛЯ ФЛОТАЦИИ ТЕХНОГЕННОГО АПАТИТ-НЕФЕЛИНОВОГО МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

Иванова В.А., Митрофанова Г.В.
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Горный институт Кольского научного центра РАН

Сегодня все более актуальным становится вопрос вовлечения в переработку складированных отходов рудообогащения как с точки зрения дополнительного сырьевого источника, так и повышения экологической безопасности промышленного региона. Особенностью сырья техногенного месторождения является низкое содержание ранее извлекаемых полезных компонентов, изменение в результате длительного хранения поверхностных свойств минералов, неравномерность распределения минеральных зерен по крупности и содержанию полезных компонентов как по глубине, так и площади залегания сырья, присутствие остаточных количеств реагентов, используемых в процессе переработки руды, а также при закреплении складированных отходов [1]. Успешное решение вопросов флотационного обогащения такого сырья во многом определяется свойствами применяемых реагентов. Актуальной задачей является поиск эффективных собирателей, характеризующихся высокой избирательностью действия и меньшей чувствительностью к солям жесткости на базе продуктов нефтехимических и лесохимических производств, синтетических моющих средств и других многотоннажных производств [2].

Исследования по комплексному обогащению складированных отходов обогащения апатит-нефелиновых руд (ОАО «Апатит») показали, что жирнокислотные собиратели в виде кислот талловых масел, традиционно используемых во флотационных циклах обогащения (апатит, нефелин), недостаточно эффективны и в сочетании с известными регуляторами не обеспечивают получение высоких технологических показателей.

Ранее в качестве собирателя флотации апатита и алюмосиликатных минералов из рудного сырья был предложен реагент из класса полиалкилбензолсульфокислот (ПАБСК) [3]. Технология получения реагента ПАБСК основана на сульфировании олеумом или газообразным SO_3 «тяжелого» углеводородного сырья - полиалкилбензолов (ПАБ), вырабатываемых отечественной промышленностью. Технология обеспечивает высокую конверсию ПАБ (~90 %) и получение конечного продукта с содержанием основного вещества не менее 90-93 % , в состав которого входят (%):

-моноалкил(C_{10}-C_{14})бензолсульфонаты	5-20
-диалкил(C_{10}-C_{14})бензолсульфонаты	30-40
-дифенилалкансульфонаты, полиальфаолефинсульфонаты и другие тяжелые компоненты	30-40

Учитывая высокие поверхностно-активные свойства моноалкилбензолсульфонатов, их более полную по сравнению с мылами карбоновых кислот диссоциацию в водных растворах и, соответственно, меньшую склонность к гидролизу, устойчивость к солям жесткости и диспергирующую способность, представляло практический интерес исследование некоторых из этих свойств для приведенного выше состава реагента ПАБСК.

Изучение влияния ионов Ca^{2+} на флотацию апатита из руды проводилось на оборотной воде – сливе хвостохранилища АНОФ-2 ОАО «Апатит», в которой заданная концентрация Ca^{2+} создавалась добавлением свежей воды или сульфата кальция. Исходная оборотная вода характеризовалась общим солесодержанием 720 мг/л, в том числе Ca^{2+} -20 мг/л и SO_4^{2-} - 300 мг/л.

На рис. 1 представлена полученная зависимость флотационных свойств ПАБСК в сравнении с показателями флотации в аналогичных условиях с применением жирнокислотного собирателя - смеси дистиллированного таллового масла (40.7 %), талловых масел смешанных (35.6%) и хвойных (23.7%) пород древесины.

Данные показывают на значительно меньшую чувствительность ПАБСК к солям жесткости и высокую избирательность его действия в отсутствии жидкого стекла, используемого в случае применения жирнокислотного собирателя как пептизатора тонких минеральных частиц и депрессора сопутствующих апатиту минералов. Установленный факт указывает на то, что ПАБСК одновременно проявляет свойства диспергатора.

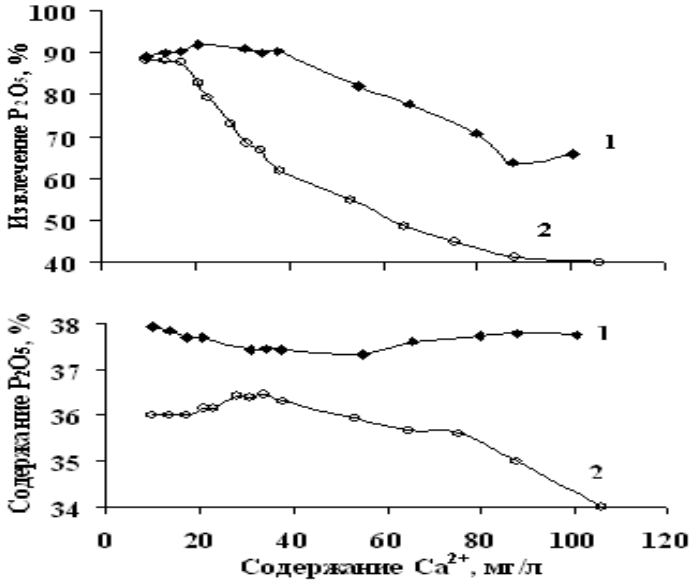


Рис. 1 – Влияние ионов Ca^{2+} на показатели основной флотации апатита при pH - 9,8:
1 - ПАБСК, 200 г/т, без жидкого стекла;
2 - жирнокислотный собиратель, 100 г/т, расход жидкого стекла 90 г/т.

Диспергирующая способность ПАБСК по отношению к кальциевым солям жирнокислотного собирателя на примере олеиновой кислоты оценивалась

по методике Шенфельда [4] в сравнении с моноалкилбензолсульфонатами (реагенты АБСК и ЛАБСК). Приведенные на рис. 2 результаты показывают более высокую диспергирующую способность ПАБСК, т.е полиалкилбензолсульфонаты, характеризующиеся большей молекулярной массой, образуют более устойчивые структурные защитные слои на поверхности раздела фаз. В то же время диспергирующая способность ПАБСК в десятки раз ниже по сравнению с хорошо известным диспергатором кальциевых мыл из класса неионогенных ПАВ – Неонолом АФ 9-10.

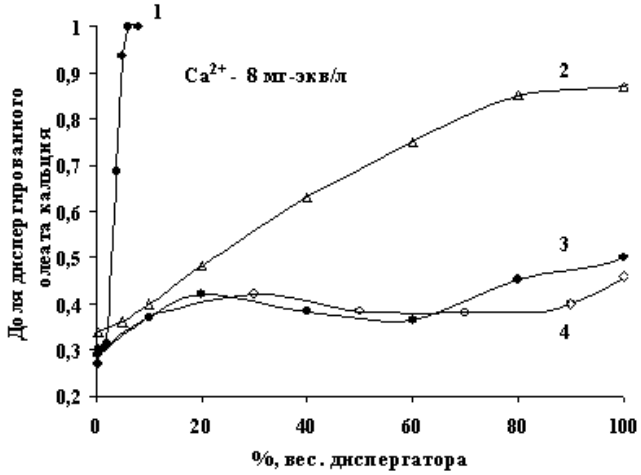


Рис. 2 – Диспергирующая способность по отношению к кальциевым солям олеиновой кислоты Неонола АФ 9-10(1), ПАБСК (2), АБСК (3), ЛАБСК(4).

Установленные физико-химические характеристики ПАБСК, а также результаты его применения при флотации рудного апатит-нефелиновго сырья [3], показавшие высокую его избирательность как монособирателя по отношению к апатиту и эффективность совместного использования с жирнокислотным собирателем при получении апатитового и нефелинового концентратов, явились основанием для апробации разработанных режимов при обогащении аналогичного минерального сырья техногенного происхождения.

Исследования проведены на отходах обогащения апатит- нефелиновых руд, заскладированных в хвостохранилище АНОФ-2 ОАО «Апатит». Пробы, отобранные в соответствии с горизонтами хвостохранилища, представляют собой мелко- и среднезернистое техногенное сырье, гранулометрическая, химическая и минералогическая характеристики которого подробно описаны в [5]. Согласно данным, содержание апатита в пробах колеблется от 10,5-10,9% (нижние горизонты) до 7,2% (верхний горизонт). Пробы нижних горизонтов характеризуются низким содержанием нефелина при довольно высоком содержании полевых шпатов (11,2- 12,8%), что предопределяет трудности в получении качественного нефелинового концентрата.

Условия флотации и результаты по комплексному обогащению исследуемого сырья с применением во флотационных циклах комбинированной технологии собирателя ПАБСК изложены в [6, 7]. Основные из них сводятся к следующему.

Использование ПАБСК в составе собирательной смеси в количестве 20-30% при флотации апатита обеспечило высокую избирательность процесса и получение по усовершенствованной схеме апатитовых концентратов с содержанием 39,0 – 39,2 % P_2O_5 при извлечении 84,5 – 88,6 % (таблица). Процесс характеризовался низкой циркуляционной нагрузкой (4 – 6 %) и образованием хорошо минерализированной пены (М = 39 - 43%) с высокой ее разрушаемостью (Кр = 0,64 – 0,71). Содержание P_2O_5 в хвостах апатитовой флотации составило 0,5-0,8 %.

Таблица

Результаты флотации апатита из техногенного апатит-нефелинового минерального сырья в замкнутом цикле на оборотной воде

Расход реагентов, г/т		Технологические показатели, %					Пена ОФ		Пена III пер.		М, %	
ЖСт	собиратель	α	γ	P_2O_5			Кп	Кр	Кп	Кр	ОФ	III пер
				β	ε	θ						
Проба гор. 150: 4,35 % P_2O_5												
75	80	4,40	9,5	39,00	84,5	0,76	1,1	0,64	0,7	0,71	48,4	42,7
Проба гор. 170: 3,7 % P_2O_5												
75	70	3,70	8,4	39,18	88,6	0,50	1,8	0,67	0,9	0,67	44,1	38,6

Кп, Кр – коэффициенты соответственно пенообразования и разрушения пены;
М – минерализация пены, %.

Применение реагента ПАБСК в смеси с жирнокислотным собирателем при обратной флотации нефелина повысило селективность разделения темноцветных минералов и нефелина и обеспечило эффективность дальнейшего выделения сфена. При доводке флотационного концентрата магнитной сепарацией в сильном магнитном поле получен нефелиновый концентрат с содержанием Al_2O_3 29,5% при извлечении 86,5%. Из пенного продукта, представляющего собой черновой концентрат темноцветных минералов, после трех перечистных операций получен сфено-эгириновый продукт с содержанием TiO_2 на уровне 19-21%. Разделение сфено-эгиринового минерального комплекса электромагнитной сепарацией в сильном поле позволило получить сфеновые концентраты с содержанием 28,80-29,12 % TiO_2 при извлечении на уровне 26 % от исходного техногенного сырья.

Таким образом, реагент ПАБСК, характеризующийся малой токсичностью (умеренно-опасное вещество 3-го класса опасности) и высокой биоразлагаемостью (не ниже 90 %) рекомендуется для использования в качестве собирателя для флотации рудного и техногенного минерального сырья. Его производство может быть реализовано на базе предприятий отечественной нефтехимической промышленности.

Литература

1. Техногенные месторождения – дополнительный источник минерального сырья / Н.Н. Мельников, А.А.Козырев, А.Ш. Гершенкоп, А.И. Калашник // Фундаментальные проблемы комплексного использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных материалов: Материалы междунар. научн. конф. - Апатиты: Кольский научный центр РАН, 2003. – С.19-20.

2. Иванова В. А., Митрофанова Г. В. Повышение эффективности флотации апатитсодержащих руд и техногенного сырья на основе совершенствования реагентных режимов // Проблемы и тенденции рационального и безопасного освоения георесурсов: сб. докладов Всероссийской научно-технической конференции с международным участием, посвященной 50-летию Горного института КНЦ РАН. — Апатиты; СПб., 2011. - С. 546-552.

3. Применение полиалкилбензолсульфонатов для флотации апатита и выделения алюмосиликатных концентратов / Иванова В.А., Гершенкоп А.Ш., Шлыкова Г.А., Мухина Т.Н. // Проблемы освоения минерально-сырьевых ресурсов Кольского региона и использования подземного пространства для захоронения отходов. – Апатиты: Кольский научный центр РАН, 1999. – С.182-190.

4. Schonfeldt N. The action of various line soap dispersants // J.Oil Chem.Soc.- 1968.- V. 45, № 2.- P 80-82.

5. Иванова В.А., Рухленко Е.Д. Оценка минералого-технологических свойств складированных отходов обогащения апатит-нефелиновых руд // Горный журнал, 2010, № 9. - С. 92-95.

6. Иванова В.А. Митрофанова Г.В. Особенности флотации апатита из складированных отходов обогащения апатит-нефелиновой руды // ГИАП, 2012, № 5. – С. 135-141.

7. Иванова В.А., Митрофанова Г.В., Рухленко Е.Д. Минералого-технологические предпосылки и комплексное обогащение складированных отходов переработки апатит-нефелиновой руды / Современные методы технологической минералогии в процессах комплексной и глубокой переработки минерального сырья: Материалы Международного совещания «Плаксинские чтения – 2012», г. Петрозаводск, 10-14 сентября 2012г. -Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2012. - С.321-323.

УДК 669:553.491(470.21)

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ВСКРЫШНЫХ ПОРОД МОНЧЕГОРСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПЛАТИНОИДОВ КАК СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В.В. Лащук[1], В.Н. Иванченко[2], Д.В. Жиров[3], Т.Т. Усачева[1]
[1]ИХТРЭМС КНЦ РАН, [2]ООО «Печенгагеология», [3]ГИ КНЦ РАН

Новая Кольская платинометалльная провинция открыта сотрудниками Геологического института КНЦ РАН в последние 20-30 лет [1, 2]. Перспективными для первоочередного промышленного освоения являются месторождения металлов платиновой группы (МПГ), которые локализованы в Мончегорском массиве расслоенных базит-гипербазитов и расположены вблизи Мончегорской площадки ОАО «Кольская ГМК» [3]. Проблематичность отработки месторождений МПГ заключается в том, что они представляют собой два маломощных (10-50 м) рудных горизонта протяженностью несколько десятков километров. Они перекрываются толщей расслоенных вскрышных пород, мощность которых составляет 100-200 м. Поэтому на участках открытой разработки неизбежно образование отвалов вскрышных пород, которые представляют экологическую опасность. Использование этих пород для производства строительных материалов осложняется тем, что эти образования в различной степени затронуты околорудными изменениями [4].

В настоящей работе приведены результаты технологических исследований вскрышных пород Мончегорских месторождений МПГ как сырья для производства облицовочного камня и щебня для строительных работ. В качестве промышленных эталонов использованы габбро Мончетундровского и пироксениты Сопчинского месторождений строительного камня, а также габбро Мончетундра месторождения облицовочного камня [5, 6]

Анализ строения месторождений МПГ Мончегорского района показал, что для вскрыши («висячего бока») Вуручуайвенча характерно наибольшее разнообразие горных пород (таблица 1).

Таблица 1

Ассоциации горных пород базит-гипербазитового состава на месторождениях МПГ Мончегорского района

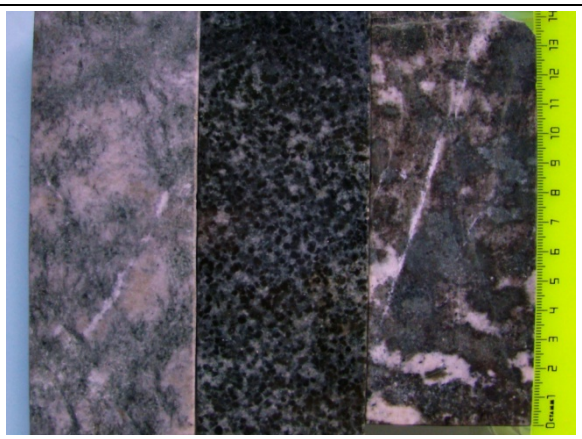
Структурная зона	Месторождения			
	Вуручуайвенч	Южносопчинское	Арваренч	Пласт 330

«висячий бок»	ГБН*, скв.2009, интервал 16.0-28.5 м ГБН изменен, скв.1949, инт. 36.1-54.0 м ПЛК с/з-к/з, скв. 2009, инт. 40.4-58.2 м ДИА, дайка, скв. 2009, инт. 58.2-62.6 м; скв.1949 инт. 98,7-102,5 м	ГБ к/з, пятнистое, скв. 4379, инт. 33.9-56.1 м ПЕР рассланцован, скв. 4378, инт. 78.5-89.7 м ГБН мезо-лейкократовый, скв. 4378, интервал 104,0-128,1 м	ГБ к/з, скв. 1975, интервал 5.0-23.5 м	ПИР вмещающий, скв. 6,8,10,11,14; интервал 25.0-121.4 м
«рудная зона»	ПЛК с/з-к/з, скв. 1948, интервал 174.5-187.0 м	нет	ГБН рудный, скв. 1975, инт. 180.6-204.6 м	ПИР рудный, скв. 6,7,8,11,13; инт. 150.8-300.8 м
«лежачий бок»	ГБН такситовый с голубым Q, скв. 2028 интервал 133.6-150.0 м	ГБН мезократовый, с/з, скв. 4378, интервал 143.6-205.3 м	ГБН с/з, с Q, скв. 1975, инт. 221,6-236,5 м	

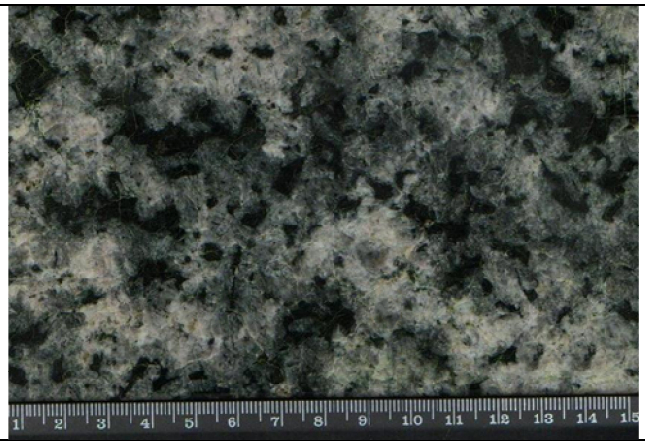
Примечание. * - сокращения: скважина (скв.), интервал опробования (инт.); горная порода: габбро (ГБ), габбронорит (ГБН), диабаз (ДИА), перидотит (ПЕР), плагиоклазит (ПЛК), пироксенит (ПИР); структура: среднезернистая (с/з), крупнозернистая (к/з); минерал: кварц (Q).

Вскрышные породы месторождения Пласт 330 представлены однородной толщей пироксенитов, которые вмещают отработанные медно-никелевые жилы и где расположен законсервированный карьер строительного камня Сопча [7, 8].

Исследования декоративности показало, что интенсивные метаморфические преобразования коснулись вскрышных пород месторождения Вуручуайвенч, меньше – месторождения Южносопчинское. В измененных породах Вуручуайвенча повышается содержание второстепенных минералов (эпидота и кальцита в среднем до 11.9 об. %) и минералов-примесей (биотита и хлорита до 6.6 об. %, что ниже нормируемого значения 10.0 об.% по ГОСТ 8267). Метаморфические процессы обусловливают осветление габброноритов от серо-чёрного до серого цвета с зеленоватым оттенком и понижают их декоративность – от декоративного до мало декоративного класса по ГОСТ 9479. Высоко декоративными признаны крупно-грубозернистые плагиоклазиты Вуручуайвенча (рисунок).



в



б

Рис. – Декоративно-облицовочные габброиды Мончегорского района а – плагиоклазиты и габбронориты месторождения МПГ Вуручуайвенч; б – лейкократовое габбро месторождения облицовочного камня Мончегорск.

Физико-механические исследования установили понижение прочности вскрышных пород месторождений МПГ относительно горных пород месторождений облицовочного и строительного камня (таблица 2).

Таблица 2

Физико-механические свойства вскрышных пород базит-гипербазитового состава месторождений МПГ и строительного камня

Порода, месторождение	Средняя плотность, г/см^3	Пористость, %	Водопоглощение, масс.%	Прочность при сжатии в сухом состоянии, МПа	Прочность при растяжении, МПа	Модуль упругости, ГПа	Модуль сдвига, ГПа
1	2	3	4	5	6	7	8
Вскрышные породы месторождений МПГ							
ГБН[2], Вуручуайвенч	n=60, 2.92 (2.91-2.93) v=0.02	n=60, 0.43 (0.36-0.50) v=0.69	n=60, 0.06 (0.05-0.07) v=0.43	n=30, 121 (56-234) v=0.36	n=30, 14.3 (9.3-23.6) v=0.23	n=60, 88.5 (73.1-108.8) v=0.10	n=60, 33.1 (27.7-40.5) v=0.10
ДИА, то же	n=10, **3.03** (3.02-3.04) v=0.01	n=10, 0.26 (0.13-0.39) v=0.80	n=10, 0.06 (0.04-0.08) v=0.45	n=10, 119 (59-179) v=0.58	n=10, 17.1 (12.7-21.5) v=0.27	n=10, 96.3 (87.1-105.5) v=0.15	n=10, 36.3 (32.5-39.7) v=0.16
ПЛК, то же	n=20, 2.93 (2.91-2.95) v=0.02	n=20, 0.52 (0.35-0.69) v=0.76	n=20, 0.08 (0.07-0.09) v=0.22	нет	Нет	n=20, 81.4 (78.4-84.4) v=0.09	n=20, 31.0 (29.9-32.1) v=0.08
ГБ, Южно-сопчинское	n=27, 2.97 (2.95-2.99) v=0.02	n=8, **1.12** (0.79-1.45) v=0.42	n=27, **0.15** (0.12-0.18) v=0.38	n=8, 108 (78-138) v=0.39	n=8, 15.1 (12.6-17.6) v=0.23	n=27, 99.4 (92.6-106.2) v=0.18	n=27, 37.9 (34.9-40.9) v=0.21
ПЕР, то же	n=24, 2.95 (2.92-2.98) v=0.02	n=7, 0.71 (0.40-1.02) v=0.59	n=24, 0.13 (0.10-0.16) v=0.51	n=8, 45 (6-84) **v=1.24**	n=8, 9.7 (5.6-13.8) **v=0.61**	n=23, 79.5 (65.8-93.2) **v=0.42**	n=23, 34.8 (27.8-41.8) **v=0.48**
ГБН, то же	n=24, 2.95 (2.93-2.97) v=0.01	n=7, 0.34 (0.09-0.59) **v=0.99**	n=24, 0.10 (0.09-0.11) v=0.33	n=7, 96 (74-118) v=0.31	n=7, 8.9 (6.5-11.3) v=0.37	n=23, 90.6 (81.0-100.2) v=0.26	n=23, 36.2 (32.2-40.2) v=0.27

[2] жирным шрифтом выделены средние значения показателей, коэффициенты вариации и подчеркнуты средние значения показателей которые соответственно выше и ниже доверительного интервала среднего значения генеральной выборки с надежностью P=0,95.

1	2	3	4	5	6	7	8
ГБ, Арваренч	n=30, 2.93 (2.91-2.94) v=0.01	n=10, 0.34 (0.22-0.46) v=0.55	n=30, 0.13 (0.12-0.14) v=0.09	n=10, 123 (87-159) v=0.47	n=9, 15.5 (14.2-16.8) v=0.12	n=30, 91.0 (85.0-97.0) v=0.18	n=30, 34.8 (32.4-37.2) v=0.19
ПИР, Пласт 330	n=31, **3.29** (3.28-3.30) v=0.01	n=17, 0.39 (0.19-0.59) **v=1.05**	n=31, 0.03 0.02-0.04) v=0.53	нет	Нет	n=31, **119.4** (115.4-123.4) v=0.10	n=31, **56.7** (54.4-59.0) v=0.11
Горные породы месторождений облицовочного и строительного камня							
1	**2**	3	4	**5**	6	7	8
ПИР, Сопча [8]	**3.10** (2.80-3.40)	нет	нет	**249** (190-308)	Нет	нет	нет
ГБ, Мончегаббро [5]	n=30, 2.93 (2.91-2.94) v=0.01	n=9 **1.08** (0.40-2.88)	n=9, 0.15 (0.10-0.20)	n=9, **272** (155-390)	Нет	n=30, 62.4 (40.8-80.8)	n=30, 24.4 (16.4-35.0)

Существенное понижение прочности (ниже нормативного значения 80 МПа по ГОСТ 9479) отмечено у перидотитов Южносопчинского месторождения МПГ. В целом установлено разупрочнение вскрышных пород месторождений МПГ.

Технологические исследования щебня полученного из вскрыши проектируемых карьеров на месторождениях МПГ показали, что метаморфические преобразования не оказывают существенного влияния на прочностные свойства (таблица 3). Отмечено увеличение содержаний зерен щебня лещадной формы у габбро месторождений МПГ Арваренч и Южносопчинское. Специальные исследования физико-химических свойств показали, что щебень из вскрышных пород характеризуются низким содержанием сульфидов, морозостойкий, устойчив ко всем видам распадов, обладает низкой реакционной способностью, удельной электропроводимостью и не превышают нормативные требования ГОСТ 8267 и 7392.

Таблица 3

Зерновой состав, физико-механические, физико-химические свойства и технологические показатели щебня, полученного из вскрышных пород базит-гипербазитового состава месторождений МПГ и строительного камня Мончегорского района (фракция 10-20 мм)

Порода, карьер, количество проб	Средняя плотность, г/см^3	Насыпная плотность, кг/м^3	Содержание зерен, мас.%		Водопоглощение, мас.%	Дробимость в цилиндре, потеря мас.%, марка	Истираемость в полочном барабане, потеря мас.%	Сопротивление удару на копре ПМ, удар, фр. 20-40 мм, марка
			лещадной формы, группа	слабых пород, норма < 3.0				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Вскрышные породы месторождений МПГ								
ГБН, Вуручуайвенч, n=13	2.80 (2.78-2.84) v=0.01	1310-1330	18,2 (14,2-22,2), группа 2-3	1.6 (1.0-2.4),	1.6 (1.4-1.8)	8.1 (6.8-7.8), «1400»	10.0 (9.0-11.0) марка «И1»	250 (200-300), марка «У75»
ГБ, Арваренч+ Южносопчинский, n=4	2.85 (2.80-2.90)	1350-1370	28.3 (23,3-33,3) группа 3-4	1.2 (1.0-1.4)	1.4 (1.0-1.8)	8.4 (8.0-8.8), «то же»	11.8 (11.4-12.2), «то же»	185 (175-195), «то же»
ГБН, то же	2.76 (2.74-2.78)	1300 (1280-1320)	21.7 (18.7-24.7) группа 3	1.6 (1.4-1.8)	1.4 (1.2-1.6)	8.2 (7.8-8.6), « - »	12.1 (11.6-12.6) « - »	165 (145-185), « - »

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Горные породы месторождений строительного камня								
ПИР, Сопча [8]	3.00 (2.80-3.40)	нет	7.0-20.0 группа 1-3	1.5	1.1	«1200»	« - »	250 « - »
ГБ, Монче [5]	2.84 (2.74-2.94)	нет	5.0-22.0 группа 1-3	1.8	1.6	«1000-1400»	« - »	« - »

Порода, карьер	Физико-химические свойства					
	Содержание, мас.%		Потеря массы после испытаний МРЗ, мас.%, марка щебня	Устойчивость структуры щебня против всех видов распадов, (норма < 3.0 мас.%)	Реакционная способность, ммоль/л (норма < 50 ммоль/л)	Удельная электрическая проводимость, См/м (норма < 0.32 См/м)
	пылевидных частиц (норма <1%)	SO_3 (норма < 1.5%)				
1	2	3	4	5	6	7
Вскрышные породы месторождений МПГ						
ГБН, Вуручуайвенч	0.5 (0.2-0.8)	0.09 (0.05-0.13)	0.5 (0.4-0.6) «F50»	0.3 (0.1-0.5)	12.4 (9.1-15.7)	0.05 (0.04-0.06)
ГБ, Арваренч+Южносопчинский	0.2	0.01	2.4 «то же»	1.5	9.3	0.04
ГБН, то же	0.1	0.06	1.7 « - »	0.7	7.7	0.05
Горные породы месторождений строительного камня						
ПИР, Сопча [8]	0.6 (0.2-0.6)	0.5	«F100»	нет	нет	нет
ГБ, Монче-габбро [5]	0.3 (0.2-0.4)	0.05 (0.01-0.09)	то же	нет	нет	нет

Основные выводы, полученные в результате проведенных исследований, сводятся к следующему:

1. Анализ строения месторождений МПГ Мончегорского района показал, что максимальные метаморфические преобразования характерны для вскрыши («висячего бока») Вуручуайвенча. Метаморфические преобразования существенно влияют на декоративность горных пород (ухудшают) и меньше на физико-механические, физико-химические свойства полученного щебня.

2. Товарные блоки новых разновидностей облицовочного камня можно получать, как при опережающей добыче позволяющей обеспечить «щадящий режим» вскрытия тонких рудных тел, так и при попутной добыче сырья для производства строительного щебня. Перспективными на облицовочный камень являются плагиоклазиты при условии обнаружения в этой толще слабо трещиноватых участков.

3. Технико-экономические расчёты ООО «С-Пб. Гипроникель» показали, что использование вскрышных пород в качестве сырья для производства строительного щебня на двух карьерах месторождения Вуручуайвенч позволит сократить себестоимость получения концентрата МПГ на 20-25 % [3].

Литература

1. Расслоенные интрузии Мончегорского рудного района: петрология, оруденение, изотопия, глубинное строение. Ч. 1. / Ред. Ф.П. Митрофанов, В.Ф. Смолькин. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2004. 177 с.

2. Митрофанов Ф.П., Жиров Д.В., Баянова Т.Б. Комплексные прогнозно-поисковые критерии главной металлогенической специализации раннепротерозойских базит-гипербазитовых расслоенных массивов кристаллических щитов // Вестник Кольского научного центра РАН № 1/2012(8). С.7-13.

3. Лащук В.В. и др. Комплексный подход к промышленному освоению месторождений платиноидов Имандра-Варзугской зоны / Лащук В.В., Усачёва Т.Т., Жиров Д.В., Иванченко В.Н. // Сборник материалов XV Международной конференции «Технологии, оборудование, сырьевая и нормативная базы предприятий промышленности строительных материалов». Москва, 2012. С.43-48.

4. Лащук В.В., Усачёва Т.Т. Научные принципы оценки вскрышных пород рудных месторождений в качестве сырья для производства декоративно-облицовочного камня // Технология и свойства силикатных материалов из сырья Кольского полуострова. Апатиты, 2000. С.97-105.

5. Минерально-сырьевая база строительной индустрии Российской Федерации, том 3. Мурманская область / Сост. Л.А. Денисова. М.: Росгеолфонд, 1993. 228 с.

6. Жиров Д.В., Лащук В.В. Облицовочный камень Мурманской области (справочно-методическое пособие). Апатиты, МУФ «Полиграф», 1998. 109 с.

7. Минеральные месторождения Кольского полуострова / Г.И. Горбунов, И.В. Бельков, С.И. Макиевский и др. Л.: Наука, 1981. 272 с.

8. Объяснительная записка к обзорной карте месторождений строительных материалов Мурманской области масштаба 1:1000000. / Сост. А.С. Лю Ци-цзин, В.В. Меньшутин. М., Геолфонд РСФСР, 1986. 274 с.

УДК. 544.6

ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ В ПРИСУТСТВИИ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ РАЗЛИЧНОЙ ПРИРОДЫ

А.В.Колесников [1,2], В.А. Бродский, А.М. Гайдукова, Е.С. Кондратьева [1]
[1]ФГБОУ ВПО "Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева",[2] МИП "АКВАТЕХ-ХТ"

По количеству образующихся техногенных отходов на душу населения Россия опережает все промышленно развитые страны мира. Положение с переработкой отходов в стране остаётся неудовлетворительным. По-прежнему наибольшее количество отходов производит добывающая промышленность: горно-

металлургическая промышленность и нефтяная. На металлургических предприятиях скопилось более миллиарда тонн отходов, из которых свыше 506 млн.т – «наследие» предприятий чёрной металлургии, более 800 млн.т – цветной» - Л.И. Леонтьев академик, член президиума РАН. [1]. Установлено, что тяжёлые и цветные металлы извлекаются в присутствии ПАВ различной природы достаточно эффективно при реализации электрохимической технологии - электрофлотации. [2-4]. Все изученные анионные ПАВ (NaDDS, NaDBS) на объектах гидроксиды (Cu, Ni, Zn) и фосфаты (Cu, Ni, Zn) положительно влияют на кинетику процесса. Указанный эффект связан с процессом адсорбции на поверхности дисперсной фазы, о чём свидетельствуют изменение знака заряда (ξ – потенциала) частиц на всех исследованных объектах (в отрицательную сторону). Факт адсорбции подтверждается и эффективностью извлечения анионного ПАВ на 40 – 60% при ЭФ процессе извлечения дисперсной фазы металла. Аналогичный эффект обнаружен при исследовани катионных ПАВ).

Все изученные катионогенные ПАВ интенсифицируют процесс извлечения дисперсной фазы. (слабый эффект на $Ni(OH)_2$ и $Zn_3(PO_4)_2$) указанный эффект связан с адсорбцией катионных ПАВ на дисперсной фазе, о чём свидетельствует изменение заряда поверхности (в положительную сторону). Величина адсорбции катионных ПАВ в 2 - 3 раза ниже чем анионогенных и составляет, 10 – 15%. Влияние неионогенных ПАВ (АЛМ – 10, ОС – 20, ЦС – 100) зависит от природы дисперсной фазы. Влияние неионогенных ПАВ на величину ξ – потенциала не наблюдается.

Обнаружено сильное различие во влиянии на ЭФ процесс неионогенного ПАВ – ПЭО – 1500. Отметим отличительную особенность ПЭО-1500 от «классических» НПАВ. Показано, что за счёт сорбции ПАВ на поверхности дисперсной фазы металлов, эти загрязняющие воду компоненты извлекаются в ходе электрофлотации. Степень извлечения анионных ПАВ (NaDBS) составляет 50 – 70%. Катионные ПАВ (Катамин, др.) извлекаются с эффективностью 15 - 20%. Неионогенные ПАВ (АЛМ – 10, ОС – 20, ЦС – 100) на 10 – 20%. Наименьшая степень извлечения наблюдается для ПЭО – 1500 и составляет 5 – 8%.

Определено влияние поверхностно-активных веществ на изменение заряда поверхности дисперсной фазы гидроксидов и фосфатов меди, никеля и цинка. Катионные ПАВ повышают величину ξ – потенциала всех частиц на 10 – 15 мВ, до значений – 3 -7 мВ. Анионные (NaDBS) значительно снижают величину ξ – потенциала на 20 – 25 мВ, до (-30 – 35 мВ). Влияние неионогенных ПАВ (АЛМ -10, ОС-20, ЦС-100 и ПЭО – 1500) на заряд поверхности отсутствует.

Выявлено, что анионные ПАВ (NaDBS, NaDDS) интенсифицируют процесс ЭФ очистки от ионов тяжёлых металлов в 1,5 – 2 раза, а так же повышают эффективность извлечения гидроксидов Cu, Ni, Zn.

Установлено, что катионные ПАВ интенсифицируют электрофлотационный процесс очистки от металлов в 2 – 3 раза, повышают эффективность на 5 – 10% в зависимости от природы дисперсной фазы металла. Природа катионного ПАВ не оказывает существенного влияния на электрофлотационный процесс.

Отмечено, что существенного влияния неионогенных ПАВ (АЛМ - 10, ОС - 20, ЦС – 100) на ЭФ процесс для трудно растворимых соединений Cu, Zn, Fe не наблюдается. В случае соединений никеля эффективность процесса снижается на 30%. ЭФ извлечение фосфатов Cu, Ni, Zn затруднено.

Определены оптимальные условия ЭФ процесса извлечения дисперсной фазы ионов Cu, Zn, Ni, Fe из многокомпонентных систем в присутствии органических эмульсий (ДТ, масло) и ПАВ (NaDBS). Специалистами РХТУ им. Д.И. Менделеева (к.х.н. Губин А.Ф., к.х.н. Бродский В.А., д.т.н. Колесников В.А и Кондратьева Е.С.) в результате исследований был разработан уникальный высоко- эффективный экстрагент ДХ-510А относящийся к классу β-дикетонов, для извлечения цветных металлов из водных сред (система "жидкость-жидкость", в больших концентрациях от 100 мг/л до сотен г/л).

Важные аспекты токсичности рудных месторождений, эпидемиологической генотоксикологии тяжелых и цветных металлов на здоровье человека, влияние реагентов и сопутствующих отходов (флотореагенты, ПАВ) на состояние окружающей среды описаны в [5-7].

Литература

1. «Экология и промышленность России», январь 2013г.

2. Колесников А.В. Влияние поверхностно-активных веществ на электрофлотационное извлечение трудно растворимых соединений меди, никеля, цинка в процессах очистки сточных вод. Дис. канд. техн. наук. М. РХТУ им.Д.И.Менделеева.-2012.

3. Марченко О.В. Разработка электрофлотационной технологии извлечения соединений кальция и магния из воды с высоким содержанием солей жесткости и минеральных солей. Дис. канд. техн. наук. М. РХТУ им. Д.И.Менделеева.-2010.

4. Бродский В.А. Роль поверхностных характеристик дисперсной фазы и состава среды в интенсификации и повышении эффективности электрофлотационного процесса очистки сточных вод. Дис. канд. техн. наук. М. РХТУ им.Д.И.Менделеева. -2012.

5. Эпидемиологическая генотоксикология тяжелых металлов и здоровье человека / Е.Н. Ильинских, Л.М. Огородова, П.А. Безруких и др. Томск: Сибирский гос. мед. ун-т, 2003. - 301 с.

6. Экологическая оценка потенциальной токсичности рудных месторождений: методические рекомендации / Р.В. Голева, В.В. Иванов, И.И. Куприянова и др. М., 2001 . — 53 с.

7. Язиков Е.Г., Худяков В.М., Азарова С.В. Отвалы горно-добывающего производства: комплексная оценка токсичности (на примере объектов Республики Хакасия) // Известия ВУЗов. Геология и разведка. 2003. -№3.-С. 93-97

УДК 622.7′1:622.343.5

ТЕХНОЛОГИЯ ПОДГОТОВКИ ДИСПЕРСНОГО ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ МЕДНО-КОЛЧЕДАННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ К ВЫЩЕЛАЧИВАНИЮ

М.В. Рыльникова[1], Е.А. Емельяненко[2], Е.А. Ангелова[2]
[1]ИПКОН РАН, [2]ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

Технологии окомкования глинистого, дисперсного материала широко применяются при кучном выщелачивании благородных металлов [1]. Опираясь на имеющийся в этой области опыт, проводились исследовательские работы [2], направленные на разработку технологии получения кислотостойких, пористых и прочных окатышей из хвостов обогащения медно-колчеданных руд Учалинской обогатительной фабрики (УОФ), пригодных для дальнейшей переработки кучным выщелачиванием (КВ). По предложенной технологии [2] окомкованные дисперсные материалы начинают разрушаются после первого цикла закисления, отмечается значительный вынос частиц, механическая кольматация, усадка выщелачиваемого массива до 20%. Цель проведенных исследований - выбор оптимального соотношения между вяжущим и хвостами обогащения для получения высокопрочных и пористых окатышей. Исследовались механические свойства окатышей в зависимости от крупности комкуемого материала, вяжущих добавок, затворяющей жидкости. Используя метод определения прочности по международному стандарту ИСО 4700-83 для каждой партии окатышей устанавливалась прочность на сжатие, по стандартным методикам определялась прочность на сброс с высоты 300 мм, пористость, плотность, естественная и гигроскопическая влажность, кислотоемкость, способность к химической и механической кольматации, коэффициент фильтрации. Содержание класса -0,074+0 мм в техногенных отходах составляет 75-80%. В качестве связующих добавок использовались шлаки Карабашского медеплавильного комбината и негашеная известь. Шлак и известь истирались непосредственно перед процессом окомкования до крупности не менее 40% класса -0,074+0 мм, для увеличения удельной поверхности и улучшения вяжущих свойств, перемешивались с хвостами обогащения в соотношении: 85% хвостов обогащения, 5% шлака и 10 % извести и затворялись 2 % серной кислотой. За счет большой удельной поверхности шихта достаточно быстро комкуется – 7-10 мин. Размер гранул варьирует в пределах 20±5 мм. Насыпная плотность полученных гранул составила 2,3 кг/дм^3. Прочность окатышей на сжатие через 3 дня твердения в воздушно-сухих условиях составила 0,3 МПа, через 7 дней - 2,5-3 МПа и до 10 сбрасываний с высоты 300 мм. Пористость окатышей - 44 % при среднем диаметре пор 170 мкм. Перколяционное выщелачивание показало, что гранулы устойчивы к выщелачивающим растворам с pH от 0,5 до 4,5 и сохраняют физико-механические характеристики на протяжении минимум 2-х циклов выщелачива-

ния - закисление 10% серной кислотой, аэрация, промывка, рабочий режим. Коэффициент фильтрации в массиве из окатышей - 25 м/сут. Пористость гранул после выщелачивания уменьшается до 40%, средний диаметр пор увеличивается до 250 мк. Визуальным исследованием срезов гранул до и после выщелачивания, рентгеноструктурным и электронным элементным анализами установлено наличие новообразований кальциевого и силикатного состава. Прочность окатышей после завершения 2-х полных циклов выщелачивания (60 суток) составила 5-7 МПа и 15 сбрасываний с высоты 300 мм. Расчет высоты предполагаемых к отсыпке штабелей кучного выщелачивания показал, что при такой твердости окомкованного материала высота штабеля может составлять более 40 м. Технология подготовки дисперсного техногенного сырья медно-колчеданных месторождений к выщелачиванию предполагает - сгущение пульпы хвостов и их фильтрацию до влажности 5-7 % (абс.), измельчение вяжущих, дозирование и перемешивание компонентов шихты в соотношении 85% хвостов обогащения, 5% шлака и 10 % негашеной извести, окомкование, грохочение сырых окатышей, сушка при нормальных условиях, грохочение высушенных окатышей, укладка в штабели для КВ.

Литература

1. Кучное выщелачивание благородных металлов / Под ред. М. И. Фазлуллина. - М.: Изд-во Академии горных наук, 2001. - 647 с.

2. Шадрунова И.В., Радченко Д.Н., Сыромятникова Н.В. Физико-химическая технология освоения хвостохранилищ обогатительных фабрик, перерабатывающих колчеданные руды // Экологические проблемы промышленных регионов. - Екатеринбург: УрО РАН, 2003. - С. 302-304.

УДК 546.655

ПЛАЗМОТЕРМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА СЫРЬЯ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

С.А. Сосновский, В.И. Сачков, Е.В. Обходская
СФТИ ТГУ

Несмотря на широкое применение низкотемпературной плазмы в металлургии и химии, она до последнего времени почти не применялась при переработке горнохимического сырья. Богатых рудных месторождений становится все меньше. В обработку поступают мелковкрапленные и труднообогатимые руды. Этот процесс требует повышенного расхода токсичных реагентов и перерасхода электроэнергии. Возникает необходимость разработки современного метода переработки руд цветных и редкоземельных металлов, лишенных этих недостатков. Одним из направлений в решении данной проблемы является разработка плазменных химико-металлургических технологий, основанных на селективном разделении минеральных компонентов. Такое направление позволит сократить обогати-

тельный передел за счет увеличения скорости переработки и сокращения расхода дорогостоящих реагентов.

Плазменная струя, воздействующая на минеральную частицу, несёт одновременное воздействие потока электронов, ионов, фотонов, электромагнитного поля и температуры. Квазиравновесные плазмотермические процессы реализуются при температурах 3000 - 10000 К при давлениях как выше, так и ниже атмосферного. В этих условиях резко возрастает скорость химических превращений по сравнению с традиционными технологиями. Высокие скорости плазменных реакций (от 0,1 - до 10 мс) легко управляются и оптимизируются.

При проведении плазмотермического процесса в переработке жидкого сырья не требуется применение химических реагентов для получения осадков, их отделения от маточников, исключаются трудоёмкие операции сушки, прокалки, вследствие чего резко сокращается количество технологических переделов, не требуется переработка сбросных растворов, их объем сводится к минимуму и не превышает объема исходных растворов. Кроме того, сбросные растворы могут быть возвращены для подготовки исходных растворов. Плазмохимический способ позволяет осуществить максимально быстрый переход обрабатываемого материала из жидкого состояния в твёрдое (10^{-3} – 10^{-1} с). Поэтому разработка плазмохимической технологии простых и сложных оксидов из растворов имеет ряд преимуществ перед традиционными технологиями.

В середине XX в. минерал монацит завозился в Свердловскую область и складировался в 12 км от Красноуфимска. Сейчас эта база хранения имеет закрытый доступ и находится в собственности правительства Свердловской области. Минерал монацит представляет собой безводный фосфат элементов ториевой группы, главным образом церия и лантана (Ce, La) PO4, которые замещаются торием. Монацит содержит до 50-60 % окисей редкоземельных элементов. На сегодняшний день объект имеет третью категорию опасности. Специалисты не исключают возникновения ситуаций, которые могут привести к радиоактивному загрязнению окружающей среды и радиационному воздействию на население.

Для успешного решения означенных выше проблем предлагается комплексная переработка монацитового концентрата в щёлочно-карбонатных средах. Технологическая схема переработки включает операции вскрытия с использованием гидроксида калия, выделение тория и урана из кека в карбонатные растворы и их карбонатный экстракционный аффинаж, выделение редкоземельных элементов в азотнокислые растворы с их последующим разделением и переработкой [1].

Соединения редкоземельных металлов (РЗМ) обладают широким спектром применения. В частности, оксиды играют важную роль, наряду с металлургией, атомной техникой, в производстве материалов для высокотехнологических сфер потребления, таких как производство люминофоров, промышленной керамики, высококачественного стекла, волоконной оптики, лазеров, кино- и фотоаппаратуры. Получение наноразмерных порошков на основе РЗМ является одним из важнейших направлений применения нанотехнологии. Наряду с развитием фундаментальных научных аспектов этого направления, огромное значение имеет раз-

работка практических способов производства наноразмерных материалов. Для постоянно возрастающей сферы потребления оксидов РЗЭ, обладающих рядом уникальных свойств, проблема их получения стоит особенно остро.

Российские предприятия используют в основном импортные РЗМ и их соединения. В частности, диоксид церия, объем использования, которого в России свыше 60 %, поставляется из Китая и Казахстана. Диоксид церия является самым эффективным многофункциональным порошком для полирования широкого класса оптических стекол, очковых линз, зеркал и других изделий из стекла, элементов электронной техники.

Так как, в монацитовом концентрате содержание оксида церия Ce_2O_3 составляет 42,0-49,5 массовых %, по отношению к другим редкоземельным элементам, то представляет интерес исследовать плазмохимический участок переработки монацитового концентрата на примере плазмотермической технологии переработки азотнокислых растворов церия в высокодисперсный порошок.

В основу технологии плазмотермической технологии переработки азотнокислых растворов церия заложен процесс высокотемпературного разложения водного раствора нитрата церия $Ce(NO_3)_3{\times}6H_2O$, в котором применяется распыление исходного раствора в поток газа–теплоносителя, нагретого до нескольких тысяч градусов в генераторе низкотемпературной плазмы (плазмотроне).

Плазмотермическая установка, в которой синтезировали порошок диоксида церия, состоит из высокочастотного (ВЧ) генератора с блоком питания, плазмотрона, систем подачи сжатого воздуха и поджигающего газа, подачи водносолевого раствора, батареи циклонов, системы очистки выхлопных газов, и компрессора. В плазмохимической установке использован высокочастотный индукционный плазмотрон. Плазмотрон состоит из водоохлаждаемого металлического корпуса; кварцевой трубы, которая снижает тепловые потери в разрядной зоне, а также исключает «закорачивание» канала ВЧ-разряда на металлический корпус плазмотрона, особенно в момент возбуждения и формирования ВЧ-разряда. Для теплозащиты стенок камеры в конструкции плазмотрона применена вихревая стабилизация плазмы. В плазмотермическом реакторе капельно-газовая смесь нагревается плазменной струёй, вода интенсивно испаряется, солевой остаток разлагается до оксида церия. Образующийся порошок отделяется на фильтре и направляется в сборник порошков. Парогазовый поток, после охлаждения в холодильнике, освобождается от жидкости и перед сбросом в атмосферу подвергается санитарной очистке в скруббере.

Для создания надежного и эффективного плазмотермического реактора требуется всестороннее изучение протекающих в нем процессов, и как следствие этого необходим их химико-термодинамический анализ. По термодинамическим расчетам определено, что конечными конденсированными продуктами плазменного разложения водного раствора церия в являются CeO_2. Изменение процентного соотношения соли церия к раствору не изменяет компонентный состав системы, а вызывает лишь изменение доли дисперсных оксидных элементов. Изменение давления в системе не изменяет компонентный состав системы. Проанализи-

ровав термодинамические расчеты и кинетический анализ для проведения процесса получения дисперсного оксида церия можно рекомендовать следующие условия: давление в плазмотермическом реакторе – атмосферное, или немного ниже, с целью безопасного проведения плазмохимического процесса; температура процесса 1000 – 2500 К.

В качестве рабочего газа – плазмоносителя применяли воздух при заданной мощности плазмотермической установки 40 кВт. Полученные в плазмотермической установке порошки диоксида церия подвергались анализу с целью определения структуры и размеров частиц порошка. Анализ структуры проводили на сканирующем электронном микроскопе SEM 515 с EDX детектором. Порошки готовили для электронно–микроскопических исследований путём их осаждения на угольную подложку, изготавливаемую в вакуумном посту ВУП–4. Средние размеры частиц порошка и их зерен определяли методом стереометрии; толщину дифракционного кольца – методом фотометрирования на денситометре «МД – 100» (толщина принималась равной ширине профиля интенсивности на полувысоте пика). В результате электронно–микроскопических исследований полученного диоксида церия установлено, что основными морфологическими составляющими порошка являются поликристаллические пустотелые сферы и их обломки – прозрачные поликристаллические пленки и частицы неправильной формы. Средние размеры (диаметр) сфер составляют 100 нм. Удельную площадь поверхности порошков определяли по методике низкотемпературной адсорбции азота. Для порошка CeO_2 она составляет 140 $м^2/г$.

Таким образом, по результатам исследований можно сделать следующий основной вывод: порошки диоксида церия, полученные плазмотермическим способом, представляют собой нанодисперсные материалы. Такие порошки диоксида церия приближаются к материалам, содержащим в структуре кристаллическую и аморфную составляющие. При этом показана возможность формирования как полых, так и наполненных сферических частиц. Установлены технологические возможности управления дисперсностью материала путем изменения концентрации исходного раствора нитрата церия.

Роль обработки твёрдого материала низкотемпературной плазмой, в виде сульфида для последующего флотационного обогащения, сводится к изменению адсорбции газа на частицах вследствие изменения поверхностного заряда. Реакция окисления серы в плазменной струе происходит практически мгновенно. Весь материал при определенном угле воздействия плазменной струи превращается в однородный состав. В процессе обработки отмечается уменьшение микротвёрдости и увеличение количества мелкого класса за счет мгновенного испарения влаги с поверхности минерала и последующего взрыва минеральной частицы. В процессе обработки отмечается уменьшение микротвёрдости и увеличение количества мелкого класса за счет мгновенного испарения влаги с поверхности минерала и последующего взрыва минеральной частицы.

Время пребывания обрабатываемого материала в плазме определяется скоростью реакции, происходящей в процессе высокотемпературной обработки. Чем

крупнее обрабатываемые частицы, тем больше время для выжигания серы, поэтому необходим более мощный поток плазменной струи. К числу преимуществ обработки материала плазмой следуют отнести высокую скорость и интенсивность процесса. Вследствие пролёта частиц минерала через плазменный поток происходит быстрый массообмен - поступивший в реактор сульфидный материал мгновенно достигает температуры обработки. Эти факторы в основном и обеспечивают значительное повышение удельной производительности на единицу поверхности плазменного потока.

Повышение производительности до 10%, возможно без изменения технологического оборудования. Ввиду высокой производительности плазменной обработки минералов габаритные размеры технологического оборудования могут быть значительно уменьшены, что, несомненно, приведет к существенной экономии энергозатрат на переработку руды.

Нами проводятся исследования по разработке экологически безопасного способа получения диоксида циркония методом ВЧ плазменной обработки и обогащения. Определено, что одним наиболее перспективных способов разложения циркона является его плавка в ВЧ плазменном реакторе с высокими энергетическими возможностями. Экспериментальные обработки порошков цирконсодержащих порошков (содержание более 65 % ZrO_2) показали возможность получения в структуре плавленых материалов кристаллической фазы диоксида циркония при определенных условиях плавления и охлаждения. При соответствующих условиях охлаждения продуктом плавления является стеклокристаллический материал, содержащий стекловидную кремнеземистую фазу и кристаллы моноклинного диоксида циркония размерами 100 нм – 2 мкм. Это является принципиальным отличием от существующих термических методов разложения циркона в пирометаллургических методов, при которых кристаллы диоксида циркония имеют средние размеры 10 – 100 мкм, и в котором требуется приготовление порошкового материала заданной крупности после плавки. Плавленый материал направляется на передел, и отделение специальными методами обогащения кристаллического диоксида циркония от стекловидной кремнеземистой фазы.

Полученные нами данные показывают, что в ВЧ плазмотронах средней мощности (100 - 300 кВт) можно проводить финишный этап технологии обогащения различных типов кварцевых предконцентратов с получением особо чистого кварца (ОЧК). Внедрение в промышленное производство плазменной технологии получения ОЧК должно осуществляться с использованием индукционного плазмотрона в закрытом реакторе, т.е. в условиях минимизации загрязнений. Таким образом, плазменная технология позволяет организовать получение ОЧК требуемого качества из минерального кварцевого сырья различных геолого-генетических типов месторождений.

Исследование выполнено при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации.

Литература

1. Тенденции и особенности потребления РЗМ в России // Сб. тезисов докладов 1-ой Всероссийской научно-практической конференции «Перспективы добычи, производства и применения РЗМ». - Москва. – 2011 г. – С.106-107.

УДК 622.7:669.2

О ВОЗМОЖНОСТИ ПОПУТНОГО ВЫДЕЛЕНИЯ КОНЦЕНТРАТОВ РУБИДИЯ И ЦЕЗИЯ ПРИ РАДИОМЕТРИЧЕСКОЙ СОРТИРОВКЕ РУД

Э. К. Спирин[1], А. Г. Мальчик[1]

[1]Юргинский технологический институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»

Вторая половина прошлого века обозначила себя появлением новой глобальной неблагоприятной тенденцией в горной и горнодобывающей отраслях промышленности. Суть ее заключается в том, что концентрации целевых веществ в добываемых и перерабатываемых рудах непрерывно падает, а ассортимент примесных составляющих, которые, как правило, осложняют технологические процессы последующих переделов (рудоподготовки, обогащения, извлечения ценных компонентов, мероприятий по охране окружающей среды и т.д.) расширяется. Это обстоятельство влечет за собой дополнительные затраты и ухудшение экономических показателей по себестоимости продукции.

В промышленной практике нередки случаи, когда последнее соображение бывает непреодолимым и приходится откладывать на неопределенное время освоение проблемного месторождения. На стадии утилизации рудных запасов отрицательное влияние подобных коллизий в ряде случаев удается элиминировать либо на этапе вспомогательных операций, либо как непременный побочный эффект основного процесса.

Сказанное проиллюстрируем на примере конкретной технологической задачи. При переработке запасов редкометального сырья, добываемого в пределах Стрельцовского рудного поля, выявлен факт наличия некатегорийных содержаний рубидия и цезия, которые при гидрометаллургической переработке проходят по технологической цепочке практически нигде не задерживаясь и вместе с отвальными кеками сбрасываются в хвостохранилище.

В тоже время наличие тесных пространственных и генетических связей между радиоактивными и примесными металлами позволяет, при определённых условиях, повысить показатель комплексности сырья за счёт проведения радиометрической сортировки добытой горной массы.

Радиометрическое обогащение (РМО) редкометального сырья может значительно менять вещественный состав обогащённого продукта (ОП). При этом не-

которые компоненты переходят из категории бесполезных примесей в категорию сопутствующих металлов, добыча которых представляет практический интерес, особенно при наличии действенной технологии их физико-химической утилизации.

Этот вопрос рассматривался применительно к рудам Стрельцовской группы месторождений (СГМ). Неплохие результаты были достигнуты в тех случаях, когда между полезными составляющими руды существуют прочные пространственные и особенно генетические ассоциации.

В результате радиометрического обогащения уменьшается количество горной массы, вовлекаемой в гидрометаллургический цикл, за счёт выделения некондиционного материала (хвосты). Одновременно возрастает содержание основных компонентов в оставшейся части (товарный концентрат).

Поэтому основная масса добытой руды должна подвергаться радиометрическому обогащению с последующей переработкой продуктов на гидрометаллургическом переделе.

Радиометрическое обогащение руд при всех своих положительных сторонах является, тем не менее, процессом, рассчитанным на концентрирование только радиоактивной составляющей и поэтому существует угроза потери сопутствующих компонентов.

Доля потерь снижается при наличии генетических, парагенетических и пространственных связей между компонентами при условии, что эти последние не нарушаются при дроблении горной массы.

Поведение рубидия и цезия в процессах радиометрического обогащения изучено на примере руд, приуроченных к центральной части Стрельцовского рудного поля. В связи с тем, что руды локализуются в различных литологических разностях пород, комплексное изучение минерального сырья проводилось дифференцированно. Исследование обогатимости цезий-рубидий – содержащих редкометальных руд предпринято как в зависимости от литологической приуроченности, так и в шихте.

Были изучены и обобщены результаты РМО для 16 валовых проб, отобранных на стадиях детальной разведки и промышленной разработки (таблица1)

Таблица 1

Показатели радиометрического обогащения руд Лучистого, Мартовского и Октябрьского месторождений, содержащих рубидий и цезий

Проба	Исход-ное соед-е Rb/Cs $\%10^{-3}$	Товарный продукт				Отвальные хвосты			ВП
		Выход %	Сод-е, Rb/Cs $\%\ 10^{-3}$	Коэф. обог-я Rb/Cs	Извлеч. Rb/Cs %	Выход %	Сод-е, Rb/Cs $\%\ 10^{-3}$	Потери Rb/Cs %	
СТ-88	218	49,5	421	1,93	95,7	50,5	18	4,3	1
	4,8		8,5	1,77	85,9		1,1	12,1	
СТ-86	8,2	53,6	12,7	1,55	82,6	46,5	3,0	17,4	
	2,2		4,1	1,86	100		-	-	
СК-1	11,5	52,9	18,2	1,58	84,3	47,0	3,8	15,8	2
	2		3,1	1,65	82,9		1,0	17,1	
СК-2	14,0	59,7	21,1	1,51	90,0	40,3	3,4	10,0	
	2,5		3,7	1,48	87,8		1,0	12,2	
СТ-85	12,5	48,0	20,0	1,60	76,6	52,0	5,6	23,4	3
	7,2		12,9	1,79	85,7		2,0	14,3	
СТ-87	33,5	54,8	44,0	1,31	71,8	45,2	21,0	28,2	4
	5,8		7,3	1,26	69,1		4,0	30,9	
СТ-100	16,9	66,6	23,4	1,38	92,3	33,4	3,9	7,7	5
	2,9		3,8	1,31	87,3		3,1	12,7	
СТ-102	22,4	67,4	26,6	1,19	80,2	32,5	13,6	19,8	
	3,4		4,1	1,21	80,9		2,0	19,1	
СТ-105	14,2	68,1	19,1	1,35	91,7	31,9	3,7	8,3	
	3,9		5,2	133	91,0		1,1	9,0	
СТ-109	11,3	58,10	17,1	1,51	87,8	41,9	3,3	12,20	
	3,3		4,7	1,42	83,5		1,3	16,50	

Примечание: ВП - вмещающая порода; 1 - фельзиты; 2 - трахидациты; 3 - базальты; 4 - конгломераты; 5 - шихта руд.

Из данных таблицы 1 следует, что в продуктах обогащения концентрируются рубидий и цезий.

Извлечение цезия и рубидия в товарный продукт составило более 80%. При низких величинах исходного содержания компонентов в рудах достигнутые показатели следует признать удовлетворительными. Исследования в данном направлении позволяют расширить перспективу комплексного использования минерального сырья отрасли, а также рассматривать сырьевые запасы Стрельцовской группы месторождений в качестве принципиально нового потенциального источника получения рубидия и цезия [1,2].

Действительно, если принять средние содержания Rb и Cs в этих рудах на уровне 0,018% и 0,003% соответственно, то при запасах сырья ~150 млн.тонн в нём находится рубидия около 26000 тонн и цезия более 4000 тонн.

Даже при извлечении на 20-30% могут быть утилизированы около 6000 и 1000 тонн рубидия и цезия соответственно.

В рассматриваемом случае мы в праве говорить о комплексности, обусловленной наличием пространственной связи с основным элементом. Решающим показателем наличия пространственной связи являются данные, главным образом, по радиометрическому обогащению. Следует признать, что пространственная связь между основными и сопутствующими компонентами в данном случае явля-

ется достаточно тесной. Это также весомый довод в пользу высказанного выше положения о рудах СГМ как о принципиально новом источнике рубидиевого и цезиевого сырья.

По иному ведут себя в процессах радиометрического обогащения прочие составляющие рудного материала. Как видно из таблицы 2 распределение их между обогащённым продуктом и хвостами сортировки без большой ошибки можно принять как равномерное.

Таблица 2

Распределение составляющих сырья по продуктам радиометрической сортировки (% абс)

Проба	СТ-1		СТ-2		СТ-3		СТ-4		СТ-5	
Компонент	ОП*	ХВ*	ОП	ХВ	ОП	ХВ	ОП	ХВ	ОП	ХВ
SiO_2	59,5	61,2	62,4	68,7	42,1	42,3	67,2	64,6	68,0	66,3
Fe_3O_4	5,41	5,29	4,12	3,64	5,05	5,84	3,42	3,64	2,86	2,92
CO_2	1,34	1,37	1,19	1,22	0,75	0,57	0,68	0,69	1,02	1,21
F	2,07	2,24	0,94	0,89	4,57	4,98	0,80	0,83	0,33	0,32
TiO_2	0,73	0,73	0,47	0,52	0,36	0,41	0,58	0,58	0,39	0,33
MnO_2	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02
CaO	2,76	2,85	3,34	3,52	9,11	8,86	2,32	2,30	2,86	2,90
MgO	0,46	0,41	0,86	0,80	0,56	0,58	0,70	0,67	0,74	0,69

*) – ОП – обогащённый продукт, ХВ – хвосты (РМО)

Поэтому относительное (к основным компонентам) содержание примесей в исходном продукте гидрометаллургического цикла, т.е. в обогащенном продукте, снижается, что, в общем, будет благоприятно сказываться на выщелачивании и последующих переделах переработки (сорбция, экстракция, аффинаж). Ниже приведены также результаты исследований распределения одной из наиболее подвижных и распространенных составляющих сырья - различных форм соединений железа - между его легко-(ЛВ) и трудновскрываемых (ТВ) при выщелачивании модификациями (таблица 3)

Таблица 3

Распределение ЛВ- и ТВ- модификаций железа по пробам сырья (% абс)

Проба	СТ-1		СТ-2		СТ-4		СТ-5	
	ЛВ	ТВ	ЛВ	ТВ	ЛВ	ТВ	ЛВ	ТВ
ЛВ/ТВ	2,80	2,86	1,73	1,66	2,56	2,49	1,84	1,32

Та часть соединений железа, которая переходила в жидкую фазу под действием сернокислого раствора с избыточной кислотностью 15-20 г/л; Т:Ж = 1:1,6; температуре 60°С; за период времени 3 часа - относилась к модификации ЛВ, невскрытая - к ТВ. Данные таблицы 3 хорошо дополняют фактический материал таблицы 2.

Радиометрическое обогащение позволяет увеличить на 20-90% содержание рубидия и цезия в той части руды , которая пойдет гидрометаллургическую (ГМ) переработку, за счет чего на ГМ передел переходит от 70 до 100% этих металлов.

Как показали дальнейшие исследования [3-7], из этого количества можно извлечь сорбцией на ферроцианидных сорбентах или активированной природной двуокиси марганца до трех четвертей Rb и Cs. В конечном итоге, с учетом перечистных операций с целью получения готового продукта квалификации ХЧ, товарное извлечение доходит до 40-43%.

Литература

1. Бубнов В.К., Спирин Э.К. и др. "Теория и практика добычи полезных ископаемых для комбинированных способов выщелачивания." Астана, Изд-во «Жана Арка». 1992.-345с.
2. Спирин Э.К. и др. "К вопросу о комплексном использовании руд". В.сб. «Доклады VIII отраслевой конференции по гидрометаллургии». Государственный комитет СССР по использованию атомной энергии. М.:1981. С.35-38.
3. Спирин Э.К., Водолазов Л.И., Вечеркин С.Г. " Попутное извлечение рубидия и цезия при гидрометаллургической переработке руд". В.сб. «Доклады VIII отраслевой конференции по гидрометаллургии». Государственный комитет СССР по использованию атомной энергии. М.:1981. С.73-76.
4. Курнышев В.М. " Геотехнологическая переработка промышленных вод с извлечением рубидия и сезия". В сб."Проблемы горного производства Восточной Сибири". Новосибирск. Наука. Сиб. отд-ние. 1991, с.161-164.
5. Спирин Э.К., Водолазов Л.И., Громок Л.И. "Процессы сорбции в технологии редких щелочных металлов". Цветные металлы №9, 1977, с.45-47.
6. Спирин Э.К., Покровский С.С., Вечеркин С.Г. "Попутное извлечение цезия из растворов кучного выщелачивания забалансовых руд". Гидрометаллургическая промышленность. №1(3), 1982, с.167-170.
7. Кузнецов В.А., Спирин Э.К., Водолазов Л.И. "Способ получения ферроцианидных сорбентов". А.с. №778780 от 28.06.78г.

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ИЗВЛЕЧЕНИЮ И ПЕРЕРАБОТКА МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

Эфендиева З .Дж.
Азербайджанская Государственная Нефтяная Академия, г.Баку

В настоящее время во всем мире в связи с бурным развитием горнодобывающей промышленности проблема рационального использования минеральных ресурсов приобретает весьма большое значение.

Проблема рационального использования недр и формирования качества полезного ископаемого тесно связано с полнотой извлечения разведенных запасов

и разубоживания полезного ископаемого на карьере. Основной объем потерь и разубоживания приходится на обработку и приконтурных (прикантактных) зон.

Однако стремление к комплексной полноте извлечения запасов сопровождается определенным удорожанием полученной продукции. При невысокой полноте извлечения запасов предприятие несет безвозвратные потери разведанных запасов полезного ископаемого. Отсюда следует, что каждому этапу освоения месторождения соответствует определенная полнота извлечения запасов, отражающая действие технологических и экономических закономерностей при разработке месторождения.

В горно-технической литературе полнота извлечения запасов оценивается коэффициентом извлечения количества запасов ($К_{кол}$) полезного ископаемого и коэффициентом извлечения полезных компонентов из недр (коэффициент извлечения качества $К_п$) по формуле

$$К = \frac{А}{Б} \qquad (1)$$

где А - количество добытой массы полезного ископаемого, т; Б - количество балансовых запасов полезного ископаемого, т [1].

Приведенные формулы не раскрывают влияние технологических и экономических факторов на эффективность и полноту извлечения запасов. Сложность решения задачи по оценке полноты извлечения запасов полезного ископаемого **(**применительно к бентонитовым глинам) обусловлена тем, что она зависит от комплекса факторов: горно-геологических, технических**,** технологических, экологических и др.

Принципиальным положением в решении данной задачи является ценностный подход, основанный на учете ценностей технологического и экологического характера и рационального использования недр. Как известно, результатом разработки месторождения является получение ценностей, (состоящих из бентонитовых глин) - готовой продукции и вскрышных пород - попутно получаемой продукции (ППП).

В то же время при разработке месторождения происходит изменение компонентов окружающей среды: ландшафта, воды, воздуха и т. д., которые являются экологическими ценностями.

Взаимосвязь и взаимовлияние технологических параметров разработки месторождения и показателей полноты извлечения запасов по ценности легко раскрываются с помощью системы уравнений балансов ценностей:

$$1 - K_{п}^{у} + K_{\text{при}}^{у} = K_{\text{н}}^{у}, \qquad (1)$$

$$1 - K_{п}^{у} + K_{\text{при}}^{у} - (1 - K_{\text{исп}})К_{\text{кол}} + K_{\text{кол}}^{у} + K_{\text{кол}}^{у} = K_{\text{н}}^{\text{у}} + K_{\text{исп}}K_{\text{кол}}, \qquad (2)$$

$$1 - K_{п}^{у} + K_{\text{при}}^{у} - (1 - K_{\text{исп}})K_{\text{кол}}^{у} + K_{\text{кол}}^{у}K_{\text{эк}}^{\text{в}} - K_{\text{эк}}^{\text{у}} = K_{н}^{у}K_{\text{исп}}K_{\text{кол}}^{\text{у}}\left(1 - K_{\text{эк}}^{\text{в}}\right)K_{\text{эк}}^{\text{у}} \qquad (3)$$

Уравнение 1 показывает полноту извлечения ценностей из балансовых запасов полезного ископаемого (K_{n}^{y}), и примешивания ($K_{\text{при}}^{y}$) ценностей.

Уравнение 2 показывает полноту комплексного использования как балансовых запасов ($K_{\text{н}}^{y}$) так и попутно получаемой продукции ($K_{\text{исп}}^{y} K_{\text{кол}}^{y}$).

Уравнение 3 раскрывает взаимосвязи между технологическими и экономическими параметрами разработки ($K_{n}^{y}, K_{\text{исп}}^{y}, K_{\text{кол}}^{й}$) и экологическими факторами $\left[\left(1-\text{К}^{\text{в}}\right)\text{К}_{\text{эк}}^{\text{в}}\right]$

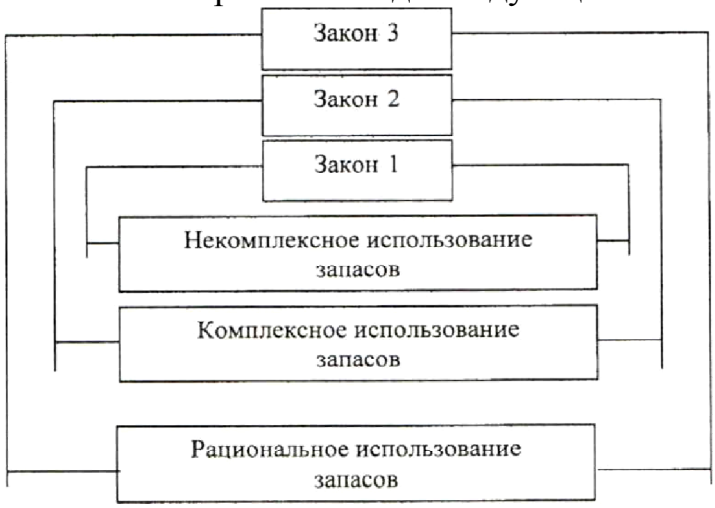
Проведенный анализ показывает, что уравнения 1-3 дают количественное описание всего многообразия горно-технических и производственных **ситуаций** разработки месторождения и раскрывают устойчивые существенные закономерности между технологическими, экономическими и экологическими показателями полноты извлечения и использования полезного ископаемого. [2].Следовательно, эти уравнения являются математическими формулами законов полноты извлечения и использования запасов при разработке месторождения:

1. Закон полноты извлечения запасов при разработке месторождения. Область применения этого закона охватывает задачи оценки эффективности и полноты только балансовых запасов.

2. Закон комплексного использования запасов полезного ископаемого. Этот закон наряду с полнотой извлечения запасов предопределяет создание безотходной технологии и использование попутно получаемых продуктов.

3. Закон рационального использования запасов полезного ископаемого. Определяет выбор и использование рациональной технологии добычи, обеспечивающей сохранение компонентов окружающей среды, т. е. наряду с комплексным использованием запасов минерального сырья сохранена я экологических ценностей окружающей среды.

Изложенное это можно выразить в виде следующей схемы:



Один из наиболее реальных путей рационального использования минерально-сырьевых **ресурсов -** комплексный подход к извлечению и переработке минерального сырья, обеспечивающий наиболее **полное** экономически целесообразное использование запасов основных и залегающих совместно с ними полезных ископаемых, утилизацию отходов добычных работ, а также вторичное использование месторождений и других ресурсов.

Литература

1. Требования к комплексному изучению месторождений и подсчету запасов попутных полезных ископаемых и компонентов. М.: Изд. ГКЗ СССР, 1982.

2. *Эфендиева З. Дж.* Рациональное использование и охрана минерально-сырьевых ресурсов Азербайджана//Восьмой Бакинский конгресс «Экология. Экономия. Энергия». Баку, 2005.

Сессия II
ВОПРОСЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ И ОЦЕНКИ ЭКОНОМИЧЕСКИХ РИСКОВ

УДК 574.58:504.5(282.256.176)

ВЛИЯНИЕ РАЗРАБОТКИ РОССЫПНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТА НА ВОСПРОИЗВОДСТВО СИГОВЫХ РЫБ НА ПРИПОЛЯРНОМ УРАЛЕ

В.Д. Богданов, И.П. Мельниченко
Институт экологии растений и животных УрО РАН

Горные работы по разработке россыпей проводились в бассейне р. Маньи в долине реки Нярtаю и Ярота-шор. Произведена отработка россыпей бульдозерно-гидравлическим способом, со строительством гидроотвалов-отстойников при полном цикле обогащения и отвалообразования. В связи с тем, что при проведении горных работ наблюдается негативное воздействие на среду Институт экологии растений и животных УрО РАН проводит мониторинг состояния экосистемы р. Маньи (с 1979 по 2013 годы).

Цель работы – оценить современное состояние воспроизводства сиговых рыб р. Маньи при условии влияния разработок россыпных месторождений золота.

А токам высшей рыбохозяйственной категории Обского бассейна.

Гранулометрический состав вскрышных пород содержит 10.5% частиц диаметром от 0.01 до 0.001 мм. Ниже разработок мутность в разные годы изменялась от 6.0 до 95.6 мг/л, а в период паводка возрастала до 500-800 мг/л. Процесс активной аккумуляции взвешенного материала происходит в устьевой зоне притоков, на которых проводятся горные работы.

В р. Манье проходит нерест пяти видов сиговых рыб – пеляди, чира, сига-пыжьяна, тугуна и нельмы. Величина нерестовых стад обуславливается численностью генераций, участвующих в нересте, условиями нагула и промысловой нагрузкой. Многочисленные генерации участвуют в нересте несколько лет и вносят значительный вклад в воспроизводство. На динамику размерно-возрастной и половой структуры нерестящихся производителей проведение горных работ влияния не оказывает.

Вклад р. Маньи в воспроизводство пеляди в отдельные годы изменялся от 0.01 до 75 %, в среднем за 17 лет составляя 19,5 % от общей численности личинок, рожденных в бассейне р. Северной Сосьвы. Наиболее существенная роль Маньи (более 30 %) отмечена в 1989, 1998, 2003, 2004, 2007 гг.

Влияние разработки россыпных месторождений на воспроизводство сиговых рыб проявляется через повышение смертности икры. Взвешенные вещества песчанистой фракции обычно оседают не далее 15-километрового участка ниже устьев водотоков, где проводятся горные работы, что за пределами границ основ-

ных нерестилищ. Поэтому регуляция выживания икры и покатных личинок в р. Манье продолжает осуществляться в основном естественными факторами. Повышенная смертность икры в 1984 и 1998 гг связана с авариями на отстойниках.Количество анамальных вылупившихся личинок за все годы наблюдений не превышало 5 экз. на 1000 особей.

Таким образом, установлено, что проведение горных работ на притоках Нярtаю, Хобею и Средний Яроташор и сопутствующее локальное заиление нерестилищ не препятствует размножению сиговых рыб в р. Манье. Численность появившихся личинок на нерестилищах определяется в основном фондом отложенной икры.

Рациональное решение экологических проблем, связанных с разработкой месторождений золота, должно заключаться в нормировании допустимых попусков отработанных вод, содержащих взвешенные вещества, в меженный период.

Работа выполнена при поддержке Программы Президиума УрО РАН: проект 12-М-23457Б и проект 12-П-4-1043.

УДК 004. ББК 32.973-01

МНОГОАГЕНТНАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ ОТРАБОТКЕ ТЕХНОГЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Б. Б. Зобнин, А. В. Вожегов
Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург

На сегодняшний день все развитые страны мира испытывают возрастающую потребность в различных полезных ископаемых. Это заставляет искать новые методы их получения и вовлекать в отработку более бедные, убогие руды и техногенные месторождения, а также месторождения, где использование традиционных способов затруднено и экономически нецелесообразно.

Техногенные минеральные образования (ТМО) классифицированы по принадлежности к предприятиям, образовавшим отходы (горнодобывающие, обогатительные, металлургические и т. д.), по типам образования ТМО (отвалы забалансовых руд, вскрышных и вмещающих пород, шламохранилища, шлакохранилища), по количеству накопленных отходов, по состоянию геолого-технологической изученности объектов, по степени промышленного использования, по генезису ТМО и особенностям его строения, по химическому составу, физико-механическим свойствам, величине запасов, технологии переработки ТМО, экологическим характеристикам отходов, потреблению отходов).

Функционирование технологического комплекса, перерабатывающего ТМО, может быть представлено как изменение состояния его звеньев: производственных, контролирующих, диагностирующих и звеньев хранения, совокупность

которых описывается коллективом агентов. Моделирование происходит в пространстве состояний технологического комплекса, равном декартову произведению множеств состояний его звеньев. В рассматриваемой модели не отражаютсявнутренние особенности технологических процессов, протекающих в каждом агрегате, а содержится способ описания в дискретном времени последовательности функционирования технологического комплекса.

Полагаем, что ТМО как управляемая геотехническая система может находиться в одном из перечисленных ниже состояний.

Введем характеристическую функцию h-параметра состояния ТМО, принимающую значения 0 или 1, h=1,2,…,H.

Все состояния, кроме первого (S_1), фиксирующего факт наличия ТМО, характеризуются парами, соответствующими наличию S_i или отсутствию S'_i i-го признака.

Состояния характеризуются:

- наличием проектной документации по складированию отходов: S_2 (h=1) – документация есть, S'_2 (h=0) –отсутствует;

- степенью изученности: S_3 (h=1) - произведена доразведка и оценка запасов вторичных минеральных ресурсов, S'_3 (h=0) – не произведена;

- наличием переработки вторичных минеральных ресурсов: S_4 (h=1) – перерабатываются, S'_4 (h=0) – не перерабатываются;

- проведением работ по рекультивации: S_5 (h=1) – проводятся, S'_5 (h=0) – не проводятся.

- наличием или отсутствием аварийной ситуации: S_6(h=1) – существует, S'_6 (h=0) – не существует.

При более детальном рассмотрении процесса обращения отходов число состояний может быть увеличено.

Набор единовременно используемых показателей определяется рассматриваемой стадией жизненного цикла (ЖЦ) ТМО. В простейшем случае можно выделить две стадии: активную, в течение которой происходит накопление отходов, и стадию консервации. На активной стадии работы, связанные с рекультивацией, не рассматриваются. Степень изученности является автономным признаком (по сути условием реализации) по отношению к признакам использования запасов вторичных минеральных ресурсов. Таким образом, динамика функционирования ТМО на активной стадии характеризуется распределением вероятностей трех состояний S_2, S'_2 S_5.

Активная стадия ЖЦ делится на два периода: латентный, когда негативные факторы практически не проявляются, и период ускоренного развития этих факторов.

Под действием дестабилизирующих факторов или управляющих воздействий система будет переходить из одного состояния в другое с определенными интенсивностями.

К дестабилизирующим факторам относится, в частности, нарушение условий складирования, например, складирование совместно с золой в

золоотвалах нефтешламов, класс токсичности которых не может быть ниже II или III; занижение класса токсичности отходов, что приводит к отсутствию наблюдательных скважин и гидрогеологических исследований и т.д.

Состояния $S_2,\ldots,S_4$ являются транзитивными, допускающими и вход, и выход системы из этих состояний. Состояния S_5 и S_6 являются поглощающими. В состояние S_4 можно попасть только из состояния S_3. Все состояния, кроме S'_2 и S_6 являются допустимыми. Если система находится в этих состояниях, то должны быть приняты меры для перевода ее в допустимые состояния.

Переход из одного состояния в другое состояние в активной фазе ЖЦ удобно представить ориентированным графом состояний (рис. 1).

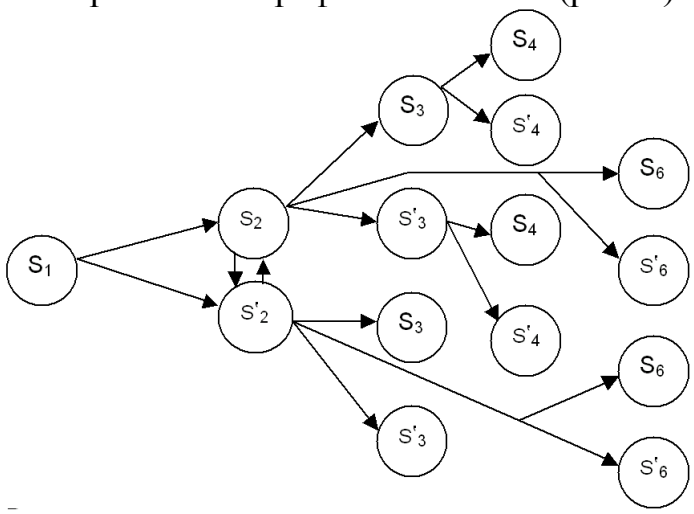


Рис. 1. - Возможные траектории изменения состояния ТМО в активной фазе ЖЦ

Граф, представленный на рис.1, отображает дерево событий, связанных с функционированием ТМО, и позволяет оценить вероятность наступления конкретных событий [1].

Каждому состоянию S_i соответствуют величины средних потерь c_{iu}, полученных при выборе конкретного способа управления, реализуемого в данном состоянии. Доходы могут получены при переработке вторичных минеральных ресурсов.

Для описания процесса функционирования ТМО весь промежуток времени, соответствующий активной фазе ЖЦ, разбиваем сеткой с шагом ΔT, соответствующим предполагаемой продолжительности прогноза, например, $\Delta T=5$ лет.

Тогда временной параметр процесса – целые числа $k=1,2,\ldots,m$.

Состояние процесса в каждый момент времени принимается из конечного множества $S=\{S_1,S_2,\ldots,S_n\}$.

Фактически переход системы из состояния в состояние происходит в случайные моменты времени под воздействием потоков событий, например, потоков аварийных ситуаций, потоков мероприятий, направленных безопасное функционированиетехнологического комплекса и т.д.

При моделировании будем полагать, что изменения состояния системы

происходят в дискретные моменты времени, множество которых обозначим через T^L, где L – его мощность. Тогда фазовое пространство системы представляет собой декартово произведение T^L *S, а каждый его элемент – упорядоченную пару вида (t_l, S_i). При ΔT=5 лет, общей продолжительности существования объекта 50 лет и размерности множества состояний 3 размерность фазового пространства системы составляет 30.

Адекватность модельного процесса исходному процессу понимается в том смысле, что пары соседних состояний (S_{i-1},S_i) распределены одинаково.

Полагаем, что переходная вероятность процесса имеет глубину 1, т.е. могут быть определены вероятности реализации на k-м шаге состояния S_i при условии, что на шаге k-1 реализовалось состояние S_{i-1}.

Следовательно, справедливо равенство

$P(S_1/ S_1)+…+p(S_n/ S_1)=1$

Траектория процесса описывается последовательностью перехода из состояния в состояние. Управляющим воздействием является способ или комбинация способов обращения с отходами, обеспечивающих гарантированную эффективность функционирования системы в условиях изменения внешних (цены на товарную продукцию, дефицит природного сырья, транспортные тарифы и т.д.) и внутренних (величины запасов техногенного сырья, сквозного извлечения полезного компонента и т.д.) факторов. Таким образом, существует конечное множество управлений $U=\{u_1,u_2,…,u_g)$, l=1,…,g.

К управляющим воздействиям относятся, например, следующие мероприятия:

- организация мониторинга за подотвальными водами;
- защита от проникновения в отходы атмосферных осадков;
- реконструкция действующих накопителей с изменением конструкций ограждающих дамб (установка противофильтрационных и дренажных устройств, сводящих потери фильтрата до допустимого уровня),
- перехват и отвод за пределы отвалов атмосферных осадков;
- выполнение дополнительной разведки ТМО и т. д.

Выбор конкретных управляющих воздействий определяется продукционными правилами, сведенными в базу знаний.

Результаты измерения контролируемых переменных позволяют построить динамическуюбазу знаний, организованную в виде системы нечетких логических операторов, позволяющих реализовать следующие процедуры:

- оценку опасности ситуации и прогноз ее развития;
- непрерывный контроль характеристик динамического объекта;
- преобразование информации в условиях неопределенности и неполноты исходных данных.

Для эффективного управления процессом отработки ТМО предлагается использовать многоагентную систему управления [2].

Мультиагентая или многоагентная система — это система, образованная несколькими взаимодействующими интеллектуальными агентами.

Мультиагентные системы могут быть использованы для решения таких проблем, которые сложно или невозможно решить с помощью одного агента или монолитной системы. По существу, при таком подходе мы получаем специализированную экспертную систему, предметной областью которой является автоматизация.

Основным преимуществом многоагентной архитектуры является ее семантическое распределение, обеспечивающее независимую работу агентов на различных уровнях системы.

Каждое конкретное поведение можно отождествить со значением некоторой дискретной переменной, а мгновенные переключения текущего поведения - с дискретными событиями. Для передачи информации о дискретных событиях в другие блоки используют специальные переменные — сигналы. Набор дискретных состояний вместе с условиями переходов из одного состояния в другое образует обычное дискретное поведение. Алгоритм моделирования процесса изменений состояний технологического комплекса должен содержит правила перехода в момент времени t из состояния z в состояние x. Природа этих переходов может быть вероятностной (при аварийных остановах, переполнении или опустошении емкостей) или детерминированной (при производственных ситуациях, допускающих целенаправленное управление). Управление переходами состояний объектов реализуется с использованием конечно-автоматных алгоритмов, задаваемых системами булевых функций.

Заключение

Для эффективного управления процессом отработки техногенных месторождением предложено использовать систему, образованную несколькими взаимодействующими интеллектуальными агентами. Конфликтные ситуации, препятствующие эффективному управлению процессом отработки ТМО, могут быть разрешены с использовании понятия распределенного интеллекта, который формируется коллективом агентов, обладающих своим базами знаний и средствами рассуждений.

Литература

1. Зобнин Б. Б. Эволюция техногенных минеральных образований как источников экономического и экологического рисков// Известия УГГУ. Серия: горное дело, 2005, вып. 21, с. 138-143

2. Зобнин Б.Б, Вожегов А.В. Подходы к построению мультиагентной системы управления усреднением железорудной сырья на металлургическом предприятии// Автоматизированные технологии и производства. Сборник научных трудов, вып.5, Магнитогорск, изд-во Магнитогорского гос. техн. ун-та, 2013, с. 215-223

УДК 502.57: 34/35

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ ОБЪЕКТОВ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА

Болтыров В.Б.[1], Селезнев С.Г.[2], Стороженко Л.А.[1]
[1]ФГБОУ ВПО Уральский государственный горный университет,
[2]ООО «Монолит»

В соответствии с федеральным законом (ФЗ) «О недрах» к недрам отнесены также отходы горнодобывающих и связанных с ними перерабатывающих производств. Примечательно, что в этом аспекте, в соответствие с пунктом 2.1.1 данного закона, участками недр федерального значения являются, например, отходы, образованные при добыче и переделе сульфидных медно-никелевых руд, то есть отвалы горных пород, шламо- и хвостохранилища, которые могут быть использованы как источник минеральных ресурсов только на основании решения Правительства РФ. В результате уравнивание горнопромышленных отходов (ГПО) с недрами, в комплексе с остальными существующими нормативными документами, предопределяет к ним требования, аналогичные месторождениям коренных недр, что намного усложняет и затягивает процесс подготовки объектов размещения ГПО к непосредственной переработке [1].

Использование ГПО в качестве минеральных ресурсов имеет важное государственное значение и чтобы активизировать процесс вовлечения их в переработку, необходимо коренным образом изменить отношение к ним как специфическим объектам, имеющим мало общего с месторождениями коренных недр.

Отделенные от массива и (или) подвергнутые переделу, а затем складированные руды и горные породы приобретают свойства, не характерные для их коренного залегания. С позиций синергетики все объекты размещения ГПО являются ярко выраженными прогрессивно самоорганизующимися диссипативными структурами. Атмосферные воздействия и естественные процессы химического и биологического выщелачивания, оказываемые на них в период длительного хранения, приводят к значительным изменениям и разрушениям их рудных составляющих, в результате чего полезные компоненты перераспределяются и элиминируют в окружающие территории, превращаясь в поллютанты, а сам объект со временем обесценивается.

Как пример, иллюстрирующий происходящие в техногенных объектах (ТО) процессы и связанные с ними негативные для окружающей среды последствия, можно привести ТО «Отвалы Аллареченского месторождения», расположенный в Печенгском районе Мурманской области [2].

Данный объект представляет собой отвал горных пород, образованный отходами добычи коренного Аллареченского месторождения сульфидных медно-никелевых руд, разработка которого велась открытым способом и была завершена

в 1971 году. Основными полезными ископаемыми, добываемыми из месторождения, были: никель, медь и кобальт.

В процессе эксплуатации месторождения были образованы новые формы рельефа - карьер площадью в верхней части 1000×300 метров и глубиной более 70 метров, который в настоящее время затоплен, и сформирован отвал, превышение абсолютных отметок которого над окружающим рельефом составляет ~ 50 метров, а общий объем пород оценивается в 6,7млн.м^3 (более 12млн.тонн). Также был значительно изменен гидрологический режим местности (было перенесено русло реки Алла). После завершения эксплуатации и карьер, и отвалы, и нарушенные земли были заброшены.

Породы отвала представлены вскрышными, преимущественно безрудными гнейсами, гранито-гнейсами. амфиболитами и в разной степени оруденелыми вмещающими породами: перидотитами, оливинитами, контактовыми амфиболитами и др. Состав мелкозернистой фракции определяют раздробленные в процессе взрывных работ вмещающие и вскрышные породы, а также вскрышные четвертичные флювиогляциальные и озерно-ледниковые отложения.

Гранулометрический состав отвала весьма неравномерен и характеризуется следующими усредненными параметрами: (-2000+500 мм) - 5-15%; (-500+300 мм) - 15-25%; (-300+150 мм) - 25-35%; (-150-+5 мм) - 25-30%; (-5 мм) - 10-15%.

Руды отвала представлены двумя морфологическими типами: массивными (сплошными) и вкрапленными. Основными рудными минералами обоих типов являются: пирротин, пентландит и реже халькопирит, которые находятся в тесной парагенетической связи с магнетитом.

Доминирующим концентратором никеля в руде является пентландит. Его средний химический состав, определенный по данным микрозондовых анализов, в массивных рудах соответствует формуле: $(Ni_{4.65}Fe_{4.26}Co_{0.08})_{8.99}S_{8.00}$; во вкрапленных рудах: $(Ni_{4.50}Fe_{4.44}Co_{0.08})_{8.02}S_{8.98}$.

Относительно небольшая доля никеля приходится на пирротин. Средний химический состав, по данным микрозондовых анализов, в массивных рудах соответствует формуле: $(Fe_{6.98}Ni_{0.03})_{7.01}S_{7.99}$; во вкрапленных: $(Fe_{7.06}Ni_{0.04})_{7.10}S_{7.90}$.

Медь сконцентрирована преимущественно в составе тетрагонального халькопирита. Химический состав этого минерала практически одинаков во всех рудах и отвечает стехиометрии $(Cu,Fe)S_2$.

Единственным концентратором кобальта в рудах является пентландит.

Преобладающая часть всей рудной массы сгруппирована во фракционном интервале -150+40мм, хотя обломки вкрапленных руд могут достигать метра и более.

Атмосферные воздействия, оказываемые на первичные руды в период их длительного нахождения в породном отвале, и связанные с ними гипергенные процессы привели к появлению окисленных руд. В результате окисления значительная часть руды потеряла свои первоначальные качества. Так, если в богатых разновидностях первичных руд содержания полезных компонентов достигают: Ni

18%, Си 8%, Со 0.3%, то в их окисленных аналогах максимальные обнаруженные содержания не превышают: Ni 3.3%, Си 2.0%, Со 0.05%.

Особенно подвержены гипергенезу массивные руды пирротин-пентландитового ряда из-за неустойчивости основных слагающих их минералов, что наблюдается визуально - обломки этих руд покрываются корочкой гидроокислов железа, начинают шелушиться и рассыпаться.

Помимо физического разрушения, в рудах постоянно происходят химические реакции. Так, в процессе пробоподготовки вкрапленных руд к лабораторным исследованиям, было отмечено выделение микро-капель серной кислоты, которая видимо, резервируется в породообразующих силикатах вокруг сульфидных зерен.

Немаловажную роль в процессах разрушения руд играет естественное бактериальное выщелачивание. Несмотря на то, что объект географически приурочен к арктической зоне, в процессе проведения исследовательских работ в пробах воды и в рудах были обнаружены тионовые ацидофильные железоокисляющие и серо-окисляющие бактерии. Выявление бактерий осуществлялось посевами на питательную среду Сильвермана и Люндгрена 9К. При этом штаммы бактерий показали высокую окислительную активность – до 20-23г/литр Fe^{2+} в сутки.

Как известно, основой обеспечения жизнедеятельности железоокисляющих бактерий является их способность к окислению (переводу) закисного железа (Fe^{2+}) в окисное (Fe^{3+}). Наиболее легко окисляемым рудным минералом объекта является пирротин, реакция биологического окисления которого осуществляется например по следующей схеме [3, с.65-67]:

$$2FeS + 4.5O_2 + 2H^+ \rightarrow 2Fe^{3+} + 2SO_4^{2-} + H_2O$$

$$2FeS + 1.5O_2 + 6H^+ \rightarrow 2Fe^{3+} + S^0 + 3H_2O$$

$$FeS + 8Fe^{3+} + 4H_2O \rightarrow 9Fe^{3+} + SO_4^{2-} + 8H^+$$

$$S^0 + 4H_2O \rightarrow SO_4^{2-} + 8H^+ \text{ или } S^0 + H_2O + 1.5O_2 \rightarrow H_2SO_4$$

$$2FeSO_4 + 0.5O_2 + H_2SO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + H_2O$$

В свою очередь, образуемый в процессе данной реакции сульфат окиси железа, также является сильным окислителем сульфидов и взаимодействует с ними по известной реакции:

$$Me_mS_n + mFe_2(SO_4)_3 = mMeSO_4 + 2mFeSO_4 + nS$$

В обычных условиях получаемый в результате этой реакции сульфат закиси железа в кислых растворах очень медленно окисляется до сульфата окиси железа, но в присутствии микроорганизмов скорость его окисления увеличивается в десятки тысяч раз, что намного ускоряет процесс разрушения сульфидов.

В результате химических и биохимических изменений в рудах появляются характерные гипергенные минералы, такие, как ковеллин (CuS), самородная медь, виоларит, ретгерсит (a-Ni $[SO_4]\times 6H_2O$) и подобные ему.

Обращает на себя внимание постоянное присутствие в рудах виоларита. Его средний химический состав, по данным микрозондовых анализов, соответствует формуле: $(Ni_{1.52}Fe_{1.14}Co_{0.04})_{3.00}S_{4.00}$. В результате гипергенеза виоларит замещает

пентландит, значительно ухудшая первоначальные качества руды. Под электронным микроскопом виоларит часто наблюдается в сростках с гетитом (a-FeOOH) и обладает многочисленными трещинами, что свидетельствует о дефиците объема в результате выноса железа.

Особо отмечается повсеместное распространение ретгерсита, который образует хорошо заметные сине-зеленые натеки на вмещающих породах, частично аккумулируется в мелкозернистой фракции, а также, вследствие своей легкой растворимости, выносится вместе с атмосферными осадками и паводковыми водами на нижние горизонты и за пределы отвалов.

Показательны результаты тестирования наличия водорастворимых минералов в мелкозернистой (-3+0мм) фракции, проведенного в пробе с содержаниями: Ni 0.36%, Cu 0.41%, S 1.57%. Тестирование длилось в течение трех часов, при постоянном перемешивании воды, имеющей температуру 95^{o}C (табл.).

Таблица

Результаты тестирования наличия водорастворимых минералов, содержащихся в мелкозернистой (-3+0мм) фракции

Выход нерастворимого остатка, %	Eh, mB	pH	Конечный раствор				Извлечение в раствор, %	
			Плотность, г/см^3	Концентрация, г/л				
				Ni	Cu	Fe	Ni	Cu
98,5	373	3,11	1,003	0,127	-	0,05	14,5	-

Из приведенных данных видно, что в количественном отношении сульфаты никеля в классе крупности -3+0мм аккумулируют в себе не более 14.5% от общего никеля. Но, учитывая, что этот класс по объему составляет 10-15% всего отвала, а также повсеместное распространение ретгерсита в крупнозернистой фракции, следует ожидать, что около 3- 4%, или 200-250тонн (с учетом ресурсов и запасов) общего никеля ТО представлено его сульфатами.

Отсутствие водорастворимых (сульфатных) форм меди в тестовых опытах однозначно указывает на более интенсивную способность к окислению и растворению никеля в сравнении с медью.

Таким образом, очевиден вывод, что пентландит, основной полезный минерал, содержащийся в отвалах, в силу своей неустойчивости в гипергенных процессах, одновременно является доминирующим источником приоритетных загрязнителей окружающих территорий – никеля и кобальта. Оба металла по показателю вредности являются санитарно-токсикологическими и относятся ко II классу опасности.

С целью определения уровня и ареалов загрязнения участка расположения ТО «Отвалы Аллареченского месторождения» в 2010 году был проведен экологический мониторинг, позволивший оценить состояние местных экосистем и направление максимальной миграции токсичных веществ. В процессе работ по мониторингу опробовались поверхностные воды, мох *(Pleurozium schreberi)* и верхний органогенный почвенный горизонт (A_0).

Анализ поверхностных вод выявил загрязненность всех водоемов, расположенных в непосредственной близости к отвалам, никелем (превышение ПДК в 3 - 79 раз). Также во всех водоемах нарушен типичный порядок распределения главных ионов, характерный для вод пресных озер. Особенно загрязнено болото, примыкающее к отвалам с южной стороны, в котором концентрации Ni превышают ПДК в 4736 раз; Cu в 1,2 раза; Co в 5,3 раз; Mn в 5,5 раз; аниона $(SO_4)^{2-}$ в 1,8 раз; а содержание Cd почти критическое. Вода в этом болоте имеет кислую среду (pH=3,65).

Вода затопленного карьера оказалась менее загрязненной, чем предполагалось. Связано это с протеканием процессов сульфатредукции, в результате которых образуется сероводород и продукты его диссоциации.

По данным батиметрических наблюдений, произведенных в различных участках карьера, содержащаяся в нем вода характеризуется слабо-щелочными свойствами pH=7.4-8.0 и имеет слабо-отрицательный окислительно-восстановительный потенциал Eh, варьирующий от -10 до -35 mB. Проводимые в течение трех лет наблюдения показали, что содержание никеля в воде карьера остается практически неизменным и составляет 0,6-0,8 мг/литр. Таким образом, можно сделать вывод, что остатки руды на дне и бортах карьера не окисляются и не оказывают влияние на степень загрязнения поверхностных вод участка, а сам карьер выступает в роли геохимического барьера. Тем не менее, вода карьера, с учетом его геометрии и размера, постоянно аккумулирует в себе около 5 тонн никеля.

Не менее загрязненными оказались почвы. Так, в верхнем органогенном почвенном горизонте болота, расположенного с южной стороны отвала, выявленные концентрации тяжелых элементов превысили условно-фоновые показатели: Ni в 877 раз, Си в 227 раз, Co в 61 раз. Но наибольшее загрязнение было отмечено на достаточном удалении от отвала, в левом берегу бывшего русла реки Аллы. Превышение концентраций поллютантов в этом месте в сравнении с условно-фоновыми показателями составили: Ni в 1172 раза, Си в 123 раза, Co в 233 раза.

В результате техногенной нагрузки на прилегающих к отвалу территориях наблюдается прогрессирующая деградация экосистем. Некоторые участки превратились в техногенную пустошь. При этом площадь пострадавших территорий значительно превышает площадь подошвы самого отвала.

Результаты химического анализа образцов мха *Pleurozium schreberi* участка не выявили значительного превышения условно-фоновых содержаний, характерных в целом для района расположения отвала.

Тот факт, что мхи и лишайники концентрируют в себе химические элементы из сухих и мокрых атмосферных выпадений, в результате чего используются в качестве биоиндикаторов атмосферного загрязнения, указывает, что загрязнение участка обусловлено только длительным воздействием ядовитых стоков отвала. При этом направление миграции поллютантов контролируется формами рельефа и осуществляется вдоль старого русла реки Алла.

О масштабах миграции тяжелых металлов можно судить по данным геоэкологического мониторинга, проведенного ЗАО «Теллур СПб» по договору с ООО «Печенгагеология», на площадях, расположенных южнее участка размещения ТО «Отвалы Аллареченского месторождения». Так, в процессе работ было зафиксировано загрязнение приустьевых вод р. Алла в месте ее впадения в озеро Рошъяур (точка опробования находится в 3-х км от границы затопленного карьера). Обнаруженные содержания никеля – 67.1 мг/литр, кобальта 54.7 мг/литр превышают ПДК, соответственно, в 3355 и 547 раз. Так же существенно загрязненными оказались почва приустьевого участка и донные отложения озера. Опасность загрязнения донных отложений заключается в том, что накопленные в них тяжелые металлы, при изменении физико-химических условий на водосборной площади и в самом водоеме, а так же при снижении антропогенной нагрузки, могут снова поступать в водную толщу и значительно влиять на состояние водных ресурсов. Таким образом, существует реальная угроза загрязнения крупнейшей водной артерии Кольского полуострова - реки Тулома, в которую по системе водотоков поступает вода из озера Рошъяур.

Обобщение вышеизложенных данных позволяет сделать следующие выводы. Процесс длительного хранения даже крупнообломочных ГПО приводит к потере первоначальных качеств руды и сопровождается масштабной миграцией агрессивных компонентов, в том числе и рудных, в окружающие территории, в результате чего объект размещения ГПО обесценивается как источник минеральных ресурсов. При этом наносится непоправимый экологический ущерб, так как со временем ТО превращается лишь в источник постоянного негативного воздействия на окружающую среду. Таким образом, в государственных интересах необходимо максимально упростить доступ инвесторов к переработке ГПО, используя законодательные механизмы, закрепленные в ФЗ «Об отходах производства и потребления». Только так можно добиться оперативной и своевременной их переработки и сохранить экологическое благополучие окружающей природной среды.

Литература

1. С.Г. Селезнев, Н.А. Степанов. Минерально-сырьевое богатство на поверхности. Особенности техногенных объектов и проблемы их освоения. //Рациональное освоение недр. – 2012. - № 6. С. 14-22.

2. Селезнев С.Г., Степанов Н.А. Отвалы Аллареченского сульфидного медно-никелевого месторождения как новый геолого-промышленный тип техногенных месторождений. //Известия высших учебных заведений. Горный журнал. – 2011. - №5. С. 32-40.

3. Адамов Э.В., Панин В.В. Биотехнология металлов: Курс лекций. - М.: Изд. Дом МИСиС, 2008. – 153 с.

4. Reimann, C., Ayras, M., Chekushin, V., Bogotyrev, I., Boyd, R., Caritat, P.de, Dutter, R., Finne, T.E., Halleraker, J.H., Jager, O., Kashulina, G., Niskavaara, H., Pavlov, V., Raisanen, M.L. Strand, T. and Volden, T. Environmental Geochemical At-

las of the Central Barents Region. NGU-GTK-CKE special publication. – Trondheim: Geological Survey of Norway, 1998. - 745 p.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПУТНИКОВЫХ ИЗМЕРЕНИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ ТЕРРИТОРИЙ РАЗМЕЩЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ГОРНОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Г.В.Калабин, ИПКОН РАН

Россия с середины прошлого столетия стала крупной ресурсно-сырьевой державой мира и обладает огромными запасами природных ресурсов промышленного назначения, в том числе минеральными. Однако применяемые технологии добычи и переработки полезных ископаемых позволяют использовать лишь небольшую часть извлекаемой из недр ценной минеральной массы (в целом около 5-8 %). Остальное - это отходы производства, которые по мере накопления и хранения становятся одним из наиболее мощных факторов техногенных изменений окружающей среды. В результате, за последние годы в 50-и горнопромышленных регионах страны значительно ухудшилось качество природной среды. Вместе с тем, до сих пор экологические проблемы рассматриваются как внешние факторы по отношению к социально-экономической сфере и поэтому в стране утрачивается контроль за ее экологическим будущим.

Как известно, сбалансированность биосферы определяется круговоротом вещества и энергии во всех ее составных частях структуры. Скорость протекания обменных процессов разная в различных средах. Время необходимое на воспроизводство качества окружающей среды в рамках структуры и функции биосферы (окружающей среды), представляет собой инертность системы, а возвратное состояние ее инерционность. Исходя из имеющихся данных, инертность компонентов природы техногенных провинций к восстановлению выстраивается в следующий взаимосвязанный иерархический порядок (Рис.1) Из сравнения приведенных данных, следует, что почвы и поверхностные воды являются наиболее уязвимыми и менее инерционными сферами.

Используя показатель степени фитотоксичности почв, можно получить сравнительную характеристику территориальных единиц, а также определить уровень техногенной нагрузки. Таким образом, появляется возможность минимизации измерения параметров биосферы при осуществлении мониторинга состояния окружающей природной среды, исходя из концепции иерархической инертности компонентов окружающей среды. Поскольку режим питания и плодородие почв определяют наличие и объем биомассы на конкретной территории, необходимо и достаточно контролировать динамику растительного покрова. Растительный покров – это, возможно, самый важный биофизический индикатор деграда-

ции земель. Исследования растительности проводятся в период вегетации с использованием, так называемого, индекса растительности.

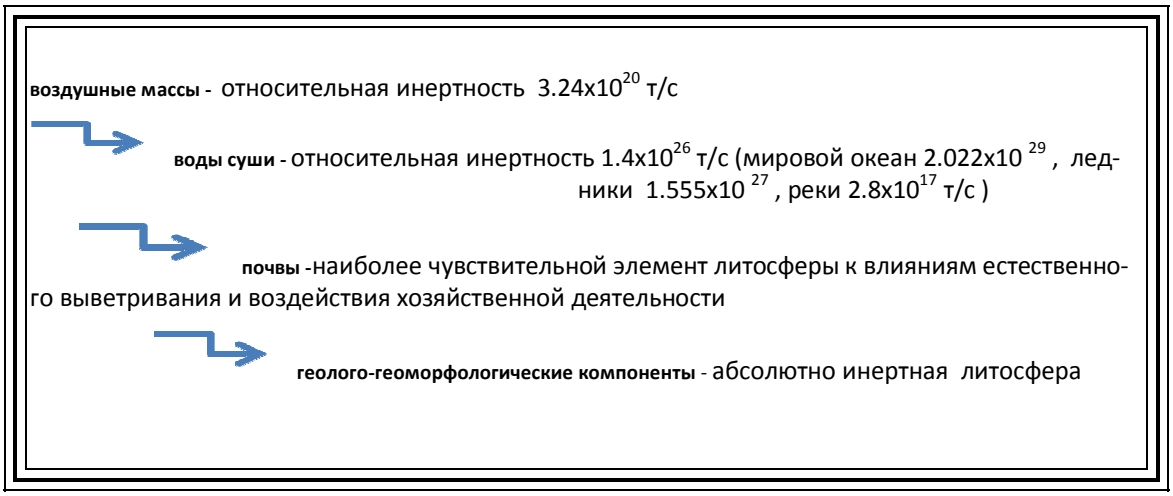


Рис. 1 Иерархический порядок инертности компонентов природы.

Обычно, спектры отражения в красной и инфракрасной области объединяются, так как растительность интенсивно поглощает падающее излучение в красной области спектра (до 90 %, вызванные пигментом листа). В то же время, в инфракрасной области зеленые листья в период вегетации являются сильным отражателем. Контраст коэффициента отражения наблюдается только в зеленой растительности, тогда как лишенная растительности почва представляет одинаковый коэффициент отражения, как в красной, так и в инфракрасной области. Отсюда следует, что биомасса служит интегрированной мерой биологической производительности. Ее отклонение от местной нормы можно считать мерой деградации.

Таким образом, объективным информативным показателем степени нарушенности территории становится состояние почвенного покрова, а критерием - динамика и тренды изменения объема биомассы. Тогда, нулевой тренд объема биомассы во времени свидетельствует о равновесии природно-техногенных сфер в целом для данной техногенной нагрузки, в климатических и геобиохимических условиях конкретного региона (а). Отрицательный тренд демонстрирует процесс деградации окружающей среды (б). Положительный тренд- наличие процесса восстановления растительного покрова за счет проявления сохранившегося природного потенциала территории (в). (Рис.2).

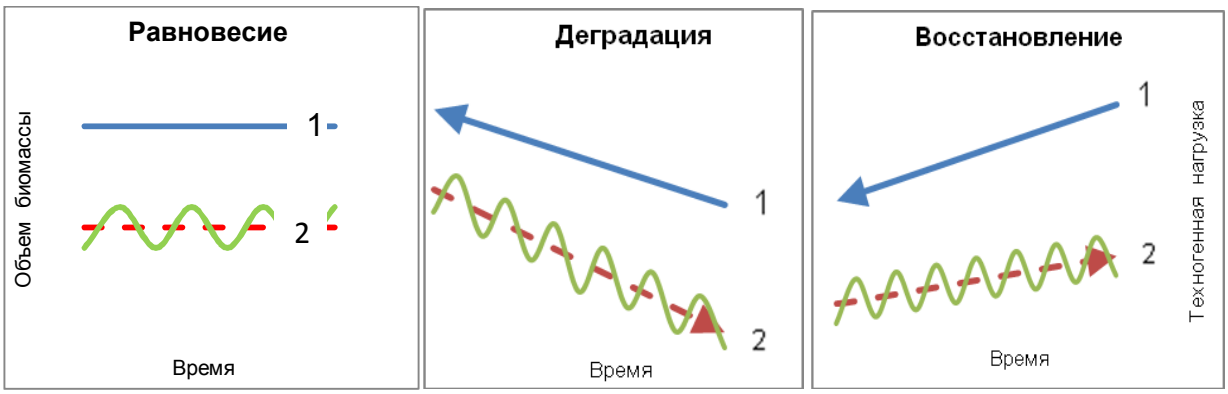


Рис. 2 Соотношение трендов техногенной нагрузки и объема биомассы (1- тренд техногенной нагрузки; 2- тренд объема биомассы).

Значительная неоднородность пространственного уровня фонового загрязнения атмосферы, обусловленная неравномерностью географического размещения источников загрязнения различного масштаба воздействия, предопределяет необходимость более детального изучения динамики состояния природной среды на региональном уровне с выделением локальных территорий повышенного экологического риска. Однако существующая система мониторинга в России, которая не модернизировалась с 80-х годов, не позволяет получать экологическую информацию локального масштаба в реальном времени. Для этого требуются значительные ресурсы, а главное - длительный период наблюдений. Альтернативным решением проблемы могут стать методы дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), для которых характерны высокие темпы развития и быстрое получение практически значимых результатов. Самое большое преимущество дистанционных измерений состоит в том, что спутниковые измерения коэффициентов спектральной яркости (КСЯ) поверхности Земли позволяют обнаруживать пространственные модели особенностей ландшафта и растительности, получать информацию с различным временным разрешением и в любом масштабе, многократно анализировать исследуемые территории и проводить сравнение нынешних событий с прошлыми. К простейшим спектральным методам относятся методы определения вегетационных индексов. Из большой группы вегетационных индексов наибольшее распространение получил Нормированный дифференциальный вегетационный индекс (NDVI) [1], который вычисляется по формуле: $NDVI = (КСЯ_4 – КСЯ_3)/(КСЯ_4 + КСЯ_3)$

где

КСЯ – коэффициент спектральной яркости в ближнем - инфракрасном (ИК) и красном спектральных каналах.

NDVI является важнейшим показателем наличия и состояния растительности, характеризующей объем биомассы, приходящийся на единицу площади и изменяется от 0 до 1 (или 0-100%) и. Более высокая величина индекса связана с более высоким уровнем здорового растительного покрова, тогда как облака и снег дают минимальную величину индекса. Наибольшее распространение в области

природопользования получил этот метод для глобальных оценок состояния растительного покрова Земли [2]. Однако применительно к задачам количественной оценки состояния окружающей среды под воздействием техногенных нагрузок в зоне деятельности предприятий горнопромышленного комплекса используется впервые [3-6].

Приведем некоторые результаты практического использования разработанной методологии для мониторинга растительного покрова на региональном и локальном уровне для экологической оценки деятельности конкретного предприятия или комплекса производств. Для сравнения степени негативного влияния исследуемых предприятий на состояние природной среды сведем все проанализированные факторы в таблицу 1, и как интегральный итог - значение нормализованного вегетационного индекса (NDVI). Кроме того, приведем значения удельной эмиссии $C\text{-}CO^2$ почвенным покровом для каждой территории размещения предприятий, который определяет цикл углерода в природе [7,8]. Поэтому, чем выше удельная эмиссия CO_2 почвенным покровом и большая длительность вегетационного периода, тем выше биопродуктивность территории, и следовательно более высокий ее природный потенциал.

Таблица

Сравнительные величины нормализованного вегетационного индекса (NDVI) для различных по инфраструктуре производств горнопромышленного комплекса

Объект и срок эксплуатации	Инфраструктура		Производительность по руде, тт./год	Токсичность исходного сырья	Климатическая зона	Длительность вегетационного периода, дн.	Почвы [7]/ потенциал самоочищения	Эмиссия $C\text{-}CO^2$ почвой,кг/га/вегетационный период [7]	NDVI (период спутниковых измерений
	начальная	нынешняя							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ЗАО «Караба-шмедь» (Челябинская обл.) 101 год	Подземный рудник, обогатитель-ная фабрика, металлургический комбинат	Металлургический комбинат	н/д	высоко опасная (Cu,Pb, As, Cd, Au)	Умеренный Юг	117	Дерновые подзолы/ ниже среднего/ 14-17	2000-3000 (выше среднего)	**0.27-0.38** (2000-2008; 2000-2010)
ОАО «Северо-никель» (Мурманская обл) 71год	Подземный рудник, обогатит. фабрика, металлургический комбинат	Металлургический комбинат	н/д	опасная (Ni, Cu, Co,Au)	Крайний Север	74	Подзолы/ ниже среднего/ 14-17	900-1200 (очень низкий)	**0.30-0.40** (2000-2008; 2000-2010)
Сорский ГОК (Хакасия) 62 года	Карьер, обогатительная фабрика	2-а карь ера, 3- золотоизвлекающие фабрики, хвостохранилище	9000	Мало опасная (Mo, Cu, S, Fe)	Умеренный Юг	115	Горные серые лесные низкий/ 11-14	1500-2000 (средний)	**0.56-0.58** (2000-2011)
Олимпиадинский ГОК (Краснояр-ский край) 30 лет	Карьер, золотоизвлекающая фабрика, хвостохранилище	2-а карьера, 3- золотоизвлекающие фабрики, хвостохранилище	33924 $м^3$	Мало опасная (Au, Ag,Fe, As)	Западная Сибирь	85	Буротаежные и буротаежно-глеевые /выше среднего/ 17-20	1000-1500 (низкий)_	**0.61-0.65** (1999-2011)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ОАО «Качканар-ский ГОК «Ванадий» (Свердлов-ская область) 50 лет	Карьер фабрики агломирации и окомкования, хвостохранилище	3- карьера, фабрики агломираци и окомкования, хвостохранилище	50000 2010г	Не опасная (V, Ti, Fe)	Средний урал	98	Дерново подзолистые/ низкий -11-14	2000-3000 (выше среднего)	**0.7-0.71** (2000-2011
ГОК «Восток-2» (Примор-ский край) 46 лет	Карьер, обогатит. фабрика	Подземный рудник, обогатит. фабрика	300	мало опасная (W, Bi, Ag, Au)	Дальний Восток	112	Буро-земы горные/выше среднего /17-20	4000-6000 (высокий)	**0.87-0.92** (2000-2010_

Анализ данных таблицы показал:

1. Биогенность почв на территории размещения ОАО «Североникель» низкая, в связи с низкой биологической активностью биологических процессов, протекающих в подзолистых иллювиально-малогумусных (железистых) почвах [9], а также коротким вегетационным периодом (74 дня) и слабой эмиссией почвенным покровом CO_2 (900-1200). В связи с этим, несмотря на то, что за последние 7 лет техногенная нагрузка снизилась в 5 раз, территория характеризуется низким уровнем сохранившегося природного потенциала, нарушенного многолетними техногенными нагрузками с опасной токсичностью. Поэтому эта территория характеризуется низкими значениями NDVI (0.3-0.4).

2. Биогенность дерновых подзолистых почв на территории размещения ЗАО «Карабашмедь» высокая, климат умеренного Юга обеспечивает продолжительный вегетационный период (117дней), с высокой удельной эмиссией CO_2. Однако территория характеризуется низким уровнем сохранившегося природного потенциала, нарушенного многолетними (101 год) техногенными нагрузками с высоко опасной токсичностью. Поэтому эта территория характеризуется также низкими значениями NDVI (0.27-0.38) несмотря на то, что в 2005 году за счет модернизации производства техногенная нагрузка снизилась в 20 раз.

3. Почвенный покров района размещения Сорского ГМК имеет мозаичный вид и включает горные серые лесные почвы и обеззоленные черноземы. Эти почвы характеризуются низкими значениями потенциала самоочищения от минеральных загрязняющих веществ 11-14 баллов [4] и способны активно накапливать загрязняющие вещества [5]. Лесистость территории небольшая с преобладанием березы, осины и лиственницы. Основной техногенной нагрузкой на окружающую среду является механическое разрушение почвенного покрова и растительности и их подтопление при формировании хвостохранилища. Природные условия и техногенные факторы на территории размещения предприятия свидетельствуют о наличии умеренного экологического риска, и позволяют оценить потенциал самовосстановления растительного покрова после снятия техногенной нагрузки восстановления как «условно благоприятный». Этот вывод подтверждается относительно высокими значениями для импактной и импактно-буферной зон NDVI =0.56-0.58.

4. Почвенный покров района размещения Олимпиадинского ГОКа имеет мозаичный вид и включает буро-таежные почвы, подзолы иллювиально-

гумусовые и дерново-карбонатные. Эти почвы слабо подвергаются эрозии и отличаются высокой степенью потенциала самоочищения от минеральных загрязняющих веществ и характеризуются достаточно высокой эмиссией CO^2 – от 900 до 1500 кг/га/вегетационный период. Лесистость территории высокая и составляет более 67-81% с преобладанием хвойных видов. Годичная продукция фитомассы составляет 8-11 т/га. Все перечисленные природные факторы позволяют оценивать экологическую ситуацию района размещения ГОКа как благоприятную. Этот вывод подтверждается домтаточно высокими значениями NDVI =0.61-0.65.

5. Биогенность дерново – подзолистых почв на территории размещения Качканарского ГОКа высокая. Однако, способность таких почв к самоочищению относительно низкая -11-14 баллов. Эмиссия CO_2 почвенным покровом средняя и составляет 2000-3000 кг/га/вегетационный период. Основной техногенной нагрузкой на окружающую среду является механическое разрушение почвенного покрова и растительности. С начала эксплуатации на территории размещения КГОК накоплено более 1млрд.т твердых отходов, площадь нарушенных земель составила 3345 га, в т .ч. 97% приходится на долю карьеров, отвалов и, хвостохранилищ. Несмотря на впечатляющие объемы производства и его отходов, комбинат оказывает относительно небольшое негативное влияние на состояние окружающей среды и здоровье населения, поскольку с токсикоэкологических позиций хвосты отнесены к категории малотоксичных и экологически безопасных. Этот вывод подтверждается высокими значениями NDVI =0.7-071.

6. Почвы буроземы горные на территории размещения ГОКа «Восток-2» характеризуются весьма благоприятными свойствами и имеют высокий природный потенциал. Поэтому, несмотря на то, что в процессе строительства на территории размещения комбината был частично вырублен сосновый лес, произошла быстрая смена древостоев - появились лиственные леса на месте вырубок, что способствовало быстрому восстановлению природного потенциала территории. В связи с незначительной техногенной нагрузкой и высоким уровнем природного потенциала, территория характеризуется высокими значениями NDVI, который составляет 0.87-0.95.

Заключение

Приведенные результаты исследований на примере шести горнопромышленных предприятий, расположенных в различных климатических условиях, с различной промышленной инфраструктурой, показывают возможность использования предложенной методологии для решения ряда прикладных экологических задач, в частности – ранжирование предприятий по степени негативного воздействия на окружающую среду, проведение независимой оценки экологической эффективности модернизации того или иного производства, прогнозирование трендов состояния окружающей среды при существующей и определение величины допустимой техногенной нагрузки.

Кроме того, появляется возможность оперативного слежения за динамикой изменения экологической обстановки на конкретных территориях размещения

производств, оказывающих негативное влияние на состояние окружающей среды в масштабе реального времени.

Литература

1.Rouse, J. W., Haas, R. H., Schell, J. A., and Deering, D. W. "Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS," Third ERTS Symposium, NASA SP-351, vol. 1, 1973

2.Джи К.Й. Деградация земельных ресурсов в Центральной Азии. GIS Specialist-final-report-ru.pdf. 2008.

3. Калабин Г.В. Количественная оценка динамики растительного покрова нарушенных территорий в зоне влияния горнопромышленных комплексов с помощью сопряженного дистанционного и наземного мониторинга. Ж. Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых, № 4. 2011.-с.144-153.

4.Калабин Г.В. Методология количественной оценки состояния окружающей среды на территориях размещения предприятий по освоению георесурсов. Ж. Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. №2 2012.с-175-184.

5. Kalabin G.V.Use of remote sensing to assess the invironmental setting of the territories - zones of mining complex enterprises Mining World Express (MWE). Volume 1, issue 1 July 2012.PP.1-7

6.Калабин Г.В.Экодинамика территорий освоения георесурсов России. Изд-во Lambert Academic Publishing. 2012.- 314с.

7. Природные ресурсы и экология России: Федеральный атлас.- М.:НИА-Природа,2002.-278 с. 23.

8. Заварзин Г.А. Предисловие//Дыхание почвы.- Пущино: ОНТИ НЦБИ РАН, 1993.с.3-10

9.Экологический атлас Мурманской области // под редакцией Калабина Г.В.//.- М.: Изд-во МГУ,1999.-48 с.

УДК 622.272

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИНЫХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫХ ГЕОТЕХНОЛОГИЙ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НА БОЛЬШИХ ГЛУБИНАХ

Д.Р. Каплунов[1], М.В. Рыльникова[2], В.В. Экс[3]
ИПКОН РАН

Обеспечение энергоэффективности и ресурсосбережения особенно актуально при освоении месторождений твердых полезных ископаемых на больших глу-

бинах, так как затраты всех видов ресурсов значительно растут с глубиной горных работ, увеличивая себестоимость добычи руды.

На горнодобывающих предприятиях разработка и реализация передовых энергоэффективных технологий достигается путем рационального и комплексного использования ресурсов недр, устранения потерь при добыче, транспортировке и хранении минерального сырья, сокращения отходов добычи и переработки руд, вовлечения в хозяйственный оборот вторичных ресурсов и попутных продуктов, снижения энергозатрат на добычу продукции, использования техногенных источников энергии, оптимизации планирования производственно-технических схем предприятия, повышения КПД оборудования. Реализация подобного рода разработок влечет значительное сбережение природных невозобновляемых ресурсов.

Природные источники энергии формируются под действием природных сил независимо от воздействия человека. Эта энергия образуется при сжигании или ином технологическом преобразовании топливно-энергетических минерально-сырьевых ресурсов, органического топлива, использовании энергии движущейся воды, ветра, приливов и отливов, солнца, геотермальных источников. Часть этой энергии является невозобновляемой: это энергия топливно-энергетических ресурсов, а остальная - возобновляемой.

Техногенные источники энергии формируются в результате деятельности человека. Техногенная энергия содержится в техногенном минеральном сырье, уже подвергнута извлечению из недр и первичной переработке. Примерами техногенных источников энергии является потенциальная энергия, формирующаяся при работе машин и механизмов, энергии движущихся техногенных масс. По аналогии с природной, часть этой энергии является возобновляемой, а часть носит невозобновляемый характер.

Для достижения значительного энерго- и ресурсосберегающего эффекта при разработке глубокозалегающих месторождений твердых полезных ископаемых, в первую очередь, необходимо сократить долю использования невозобновляемых природных источников энергии: топливно-энергетических минеральных ресурсов, за счет использования техногенных и возобновляемых природных источников энергии, а также, путем внедрения современных технических, технологических и конструктивных разработок, систем планирования и автоматизации работ машин и механизмов с оптимизацией расхода электроэнергии и предупреждением пиковых нагрузок.

В докладе определены перспективные направления повышения энергоэффективности и обеспечения экологической безопасности: применение на больших глубинах мобильных закладочных комплексов; использование отходов горного производства в составе закладочных смесей; использование на концентрационных горизонтах сепарационных установок с размещением отходов сепарации в выработанных подземных пространствах; размещение оборудования обогатительных фабрик по вертикали в выработках подземного рудника; вовлечение в разработку техногенных и природно-техногенных источников сырья; применение современных водоочистительных станций для замкнутого цикла оборота воды; использо-

вание систем рекуперации энергии; преобразование в электрическую энергию кинетической энергии падающей пульпы или статического давления столба закладочной смеси; использование энергии горного давления и давления тяжелого погрузо-доставочного шахтного оборудования; аккумулирование тепла горных пород глубоких горизонтов.

УДК 504.5: 669.054.82 +669.053.4

ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ МЕДЕПЛАВИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Котельникова А.Л.[1], Рябинин В.Ф.[1], Кориневская Г.Г.[2], Муфтахов В.А.[2], Татаринова О. П.[2], Халезов Б.Д.[3], Реутов Д.С.[3]
[1] Институт геологии и геохимии УрО РАН, [2] Институт минералогии УрО РАН, [3] Институт металлургии УрО РАН

Отходы медеплавильного производства, в частности отвальные медные шлаки, являются дополнительным источником минерального сырья для медеплавильных заводов Урала.

В отвалах шлаков медеплавильных заводов сконцентрирован значительный объём полезных компонентов, что позволяет оценивать их как удобное техногенное сырье, готовое к процессам вторичной переработки и обогащения. Данный техногенный ресурс исчисляется сотнями тысяч тонн, содержит десятки тысяч тонн цветных металлов, что позволяет относить скопления этих отходов к техногенным месторождениям [1]. Металлургические заводы медной промышленности Урала накопили около 110 млн. т шлаков, в которых содержится 410 тыс. т меди, 2,56 млн. т цинка, 1,09 млн. т серы, 30,8 млн. т железа [2].

Вместе с тем, следует иметь в виду, что отходы медеплавильных производств, представляя собой крупный резерв сырья для извлечения металлов и неметаллов, одновременно оказывают негативное влияние на окружающую среду. Формируются гигантские отвалы, выводятся из хозяйственного оборота земли, ухудшается их качество, происходит загрязнение атмосферы пылевыми частицами. В соответствии с государственной классификацией, медеплавильные шлаки относятся к техногенным материалам — отходам производства 4 и 5-го класса опасности. Тем не менее, отвалы медеплавильных шлаков и отходов их вторичной переработки являются долговременным источником загрязнения природных вод, почв и растительности за счет самопроизвольного выщелачивания из них меди, цинка, свинца, мышьяка и других металлов водными растворами.

В почвах, погребенных под отвалами, происходит ощутимая геохимическая трансформация. Так, в почвах, погребенных более 20 лет назад, происходит сильное окисление всей толщи профиля (pH – до 3,5-4,0), разрушаются почвенные коллоиды. Нарушается почвенный поглощающий комплекс, увеличивается под-

вижность органического вещества. Горизонты почв обогащаются рудными компонентами, глубина проникновения которых для различных химических элементов неодинакова. Все это свидетельствует о подвижности химических элементов в отвалах, которые часто практически не изолированы от водных систем и могут оказывать отрицательное воздействие на подземные воды [3]. В связи с этим, хранение медеплавильных шлаков и продуктов их вторичной переработки требует специальных инженерных сооружений.

Экологическая ситуация, обусловленная размещением отходов медеплавильного производства более чем на 25 % территории Уральского экономического района, оценивается как кризисная [4].

Создание глубоких безотходных технологий переработки медеплавильных шлаков с комплексным извлечением полезных компонентов и утилизацией вторичных продуктов позволит не только извлечь цветные металлы, но и решить экологические проблемы (рекультивация и возвращение земель в хозяйственный оборот, утилизация отвалов медеплавильных шлаков).

Рассматривая отвалы медеплавильных шлаков как техногенные месторождения следует отметить, что они расположены в промышленно развитых районах, находятся на поверхности земли и горная масса в них преимущественно дезинтегрирована, что резко снижает затраты на их разработку, поэтому себестоимость товарной продукции из медеплавильных шлаков будет достаточно низкой.

Каждое техногенное месторождение обладает своими особенностями, обусловленными составом исходного сырья, технологией добычи, обогащения или переработки и целым рядом других факторов. Поэтому необходимы детальные исследования физико-химических, механических, минералогических свойств медеплавильных шлаков потенциальных техногенных месторождений.

В отвалы шлаки поступают в гранулированном виде (ЗАО «Карабашмедь», Красноуральский медеплавильный комбинат «Святогор») или в горячем состоянии (Среднеуральский медеплавильный завод - СУМЗ).

Медеплавильные шлаки СУМЗ и ЗАО «Карабашмедь» представляют собой сложные минеральные комплексы, представляющие собой силикатную матрицу с включёнными в неё полезными компонентами. В шлаках отмечается повышенное содержание цинка. Соотношение Zn/Cu равно 7 и 4 для СУМЗ и ЗАО «Карабашмедь» соответственно.

В настоящее время СУМЗ и ЗАО «Карабашмедь» ведут переработку медеплавильных шлаков в качестве вторичного источника меди. Технология заключается в дроблении шлака с последующим флотационным извлечением медного концентрата. При этом в качестве отхода накапливаются тонкодисперсный материал размерности $\leq$ 0,08 мм, так называемый «технический песок», соответствующий ТУ. Однако геохимические и экологические свойства его изучены недостаточно, что не позволяет однозначно отнести его к разряду безопасного отхода. В накопленных объемах «песка» СУМЗ (более 10 млн. т) сконцентрировано около 340 тыс. т цинка, 43 тыс. т меди и 43 тыс. т свинца, 3.5 млн. т железа.

Ранее нами были проведены лабораторные и натурные эксперименты по исследованию миграционных особенностей поведения компонентов «песка» СУМЗ в модельных и естественных гипергенных условиях, построены ряды миграционной активности компонентов хвостов флотации первичных шлаков, установлены соотношения подвижных форм тяжёлых металлов. На основании полученных результатов, подтверждающих достаточно высокую миграционную активность тяжёлых металлов, входящих в состав «песков», сделан вывод о необходимости пересмотра ТУ и корректировки методики оценки токсичности при решении вопросов размещения, использования и утилизации отходов вторичной переработки медеплавильных шлаков, а также предварительной детоксикации отхода.

ЗАО «Карабашмедь», декларируя безопасность отходов, на основании санитарно-эпидемиологического заключения, в соответствии с которым «пески» отнесены к IV классу опасности, начал активное использование отхода для осушения заболоченных участков, перекрытия отвалов твёрдых бытовых отходов, а также в дорожном строительстве.

Совершенно очевидно, что медеплавильные предприятия не заинтересованы в дальнейших исследованиях физико-химических свойств «технического песка». В сложившихся условиях им выгоднее утилизировать «экологически безопасные пески» методом захоронения. По нашему мнению оценка опасности «песков» для окружающей среды занижена, а захоронение «песков» без предварительной их обработки, и без дополнительного научного обоснования последствий такого размещения – ошибочное решение.

Представляется, что наиболее рациональным способом утилизации «песка» является интенсификация естественного процесса выщелачивания путем организации кучного выщелачивания. Только после этого можно будет использовать твердый остаток для целей рекультивации, а также, вероятно, в качестве строительного материала или мелиоранта. Принудительное выщелачивание позволит решить две задачи: расширить сырьевую базу производства металлов и строительных материалов, а также улучшить экологическую ситуацию в местах складирования медеплавильных шлаков.

Разработка научных основ безотходного гидрометаллургического способа извлечения меди и цинка из медеплавильных шлаков включает в себя исследование кинетики растворения минералов, входящих в состав хвостов переработки медеплавильных шлаков.

Вскрытие стекловатой фазы в процессе подготовки шлаков к флотационному обогащению приводит к высвобождению сульфидов, магнетита и ферритов цветных металлов. Наличие ферритов цветных металлов в конверторных медеплавильных шлаках подтверждается литературными данными [5]. Операция получения медного концентрата методом флотационного обогащения в значительной степени обедняет «песок» сульфидами (≤ 5 %).

Поскольку в состав хвостов флотации медеплавильных шлаков СУМЗ наряду с индивидуальными минералами цинка (цинкит, сфалерит, виллемит) входят минералы, обогащенные цинком, общая концентрация цинка в растворах выщела-

чивания будет определяться вкладом каждого цинксодержащего минерального компонента шлака, положением цинка в структуре минералов, его миграционной активностью. В научной литературе недостаточно сведений по свойствам Zn-замещенных железосодержащих минералов, а также физико-химическим свойствам цинксодержащего железистого стекла и их связи с гипергенными процессами. Поэтому исследования по данным вопросам требуют дальнейшего развития.

Ранее исследована кинетика растворения синтетических минералов меди и цинка (куприта, цинкита, сфалерита) в растворах серной кислоты в присутствии трёхвалентного железа и Th Ferrooxidans методом вращающегося диска [6]. Невыясненным остаётся характер растворения феррита цинка и меди, а также других составляющих хвостов флотации медеплавильных шлаков.

В связи с этим были синтезированы ферриты меди и цинка, а также железосодержащее стекло состава Na_2O-Al_2O_3-SiO_2-Fe_2O_3. Для их синтеза использовались известные методы [7, 8]. В процессе поиска оптимальных условий синтеза данные методики были модифицированы.

Дальнейшие исследования, включающие изучение кинетики растворения синтезированных ферритов меди и цинка методом вращающегося диска и растворимости стеклообразной фазы, позволят разработать научные основы гидрометаллургического способа извлечения цветных металлов из «песка». Наиболее рациональным способом утилизации отходов в этом случае будет введение их в биогеоценозы в качестве микроэлементной добавки.

Выводы

Отходы вторичной переработки отвальных медеплавильных шлаков «технические пески», представляя собой крупный резерв сырья для извлечения металлов и неметаллов, одновременно оказывают негативное влияние на окружающую среду за счёт эмиссии тяжёлых металлов. Отнесение «песков» к IV классу опасности в соответствии с ТУ преждевременно. Использование их для рекультивации нарушенных земель возможно только после извлечения тяжёлых металлов. Разработка способов гидрометаллургического извлечения цветных металлов из данного вида отхода и утилизации вторичных продуктов путём введения их в биогеоценозы в качестве микроэлементной добавки позволит не только извлечь полезные компоненты, но и решить экологические проблемы.

Работа выполнена в рамках проекта № 12-П-35-2020 Программы № 27 фундаментальных исследований Президиума РАН.

Литература

1. ГОСТ 25916-83 “Ресурсы минеральные вторичные. Термины и определения”. М. 1985 г.
2. Макаров А.Б., Талалай А.Г. Техногенно-минеральные месторождения и их экологическая роль.// Литосфера, 2012, № 1, с. 172-176.
3. Денисов М.Н., Шуленина. З.М. Использование забалансовых руд цветных металлов и их техногенных отходов с учетом охраны окружающей среды. // Разведка и охрана недр, № 2, 1989, с. 44-47.

4. Комаров М.А., Алискеров В.А., Кусевич В.И., Заверткин В.Л. Горно-промышленные отходы - дополнительный источник минерального сырья // Минеральные ресурсы России, 2007, № 4 (http://www.vipstd.ru)
5. Ванюков А.В., Зайцев В.Я. Шлаки и штейны цветной металлургии. М.: Металлургия, 1969, С. 406.
6. Халезов Б.Д., Исследования и разработка технологии кучного выщелачивания медных и медно-цинковых руд: диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук// Екатеринбург, 2008, С. 548.
7. Летюк Л.М., Журавлев Г.И. Химия и технология ферритов. Ленинград: Химия, 1983. С. 255.
8. Багрова Т.А., Васкевич А.Д., Зайцев В.Я. Исследование термодинамики насыщенных SiO_2 железосиликатных шлаков.// Изв. Вузов. Цветная металлургия, 1984, № 6, с. 40-45.

УДК 551.482+553.7

ТОКСИЧНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ, ИХ ФОРМЫ НАХОЖДЕНИЯ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ В УГЛЯХ И ПОРОДАХ УГЛЕНОСНОЙ ФОРМАЦИИ ДОНБАССА

Курило М.В.
Национальный научно-природоведческий музей Академии наук Украины

Для успешного разрешения проблем загрязнения окружающей среды требуются, в первую очередь, сведения о содержании вредных элементов-примесей в различных видах полезных ископаемых, которые подвергаются термической обработке. Оценка экологической ситуации и рационального использования минерального сырья несомненно являются актуальными проблемами для Донецкого бассейна, где локализованы и разрабатываются крупные месторождения рудных и нерудных полезных ископаемых. Опасность заражения токсичными элементами окружающей среды особенно велика вокруг коксохимических и металлургических заводов, тепловых электростанций, углеобогатительных фабрик и угольных шахт.

В связи с этим была поставлена задача установить содержания, основные формы нахождения и закономерности распределения в углях и вмещающих породах типоморфных для Донбасса токсичных элементов (Hg, Pb, Zn, Ag, Li, Be). В качестве объекта исследований выбраны отложения алмазной свиты (C_2^6) среднего карбона в интервале от известняка L_1 до угля l_1. Изученный интервал представлен осадками полного цикла седиментации: известняк – аргиллит (глинистый сланец) – алевролит (песчано-глинистый сланец) – песчаник – уголь. Исследованные участки охватывают интервал групп углефикации от длиннопламенных углей (Д) до антрацитов (A_2).

Среднее содержание *ртути* в углях пластов свиты C_2^6 колеблется от 0.15 до 1.25 г/т. В районе шахт «Томашевская Северная» и «Томашевская Южная» отмечаются ураганно высокие концентрации -3.9 – 4.9 г/т. Эти шахты расположены в пределах небольших купольных поднятий Лисичанско-Кременской антиклинали. Средние содержания составляют: свинец – 20.0-90.0 г/т; цинк – 10.0-50.0 г/т; медь –15.0-40.0 г/т; мышьяк –45.0-75.0 г/т.

Самые высокие концентрации мышьяка отмечаются на Фащевском участке и на севере Кировской западной перспективы. Аномально высокие концентрации мышьяка (600 г/т) обнаружены в центральной и северной части участка Краснодонского глубокого.

Среднее содержание *бериллия* в углях - 32 г/т. Наиболее высоки концентрации отмечаются в юго-восточной части Лисичанского района (128.3 г/т).

Необходимо подчеркнуть, что для пород угленосной формации Донбасса не подтверждаются общепринятые представлении о черносланцевых толщах как активных концентраторах рудных элементов. Видимо, органическое вещество играет более важную роль как источник тепла, воды, и углекислого газа при породо- и рудообразовании.

ОЦЕНКА УЩЕРБА, НАНЕСЕННОГО ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ И ЕГО КОМПЕНСАЦИИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ЦЕНТРАЛЬНОГО УЧАСТКА МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЭРДЭНЭТИЙН ОВОО

проф. Ph.D. Б.Пурэвтогтох, доц. Ph. D. Х.Жаргалсайхан, Магистр П.Улзийнаран, Магистр Б.Уранчимэг
Монгольский Государственный Университет Науки и Технологии
Институт Горного Дела

Климатические условия. Климат Монголии определяет большая удаленность от морей и океанов, значительные высоты над уровнем моря и горные хребты, препятствующие проникновению влажных воздушных масс.

Климат района Эрдэнэт континентальный с трехмесячным безморозным периодом. Среднегодовая температура - -1.8^{o}C, абсолютные амплитуды крайних годовых температур достигают 60-70^{o}C.

Годовое количество осадков не превышает 355 мм.

Средняя годовая величина относительной влажности воздуха равна 65%.

Средняя годовая скорость ветра - 2,0 м/с. Максимальная скорость ветра, вероятность которой превышает 5% случаев, равна 10 м/с.

Центральный участок месторождения Эрдэнэтийн–Овоо. Рудник открытых работ на Центральном участке месторождения Эрдэнэтийн–Овоо будет продолжением существующего производства ГОК-а Эрдэнэт, поэтому будут

использованы существующие поверхностные промышленные сооружения ГОК-а, включая корпусы дробления, ОФ, хвостохранилище и др.

При разработке Центрального участка образуется карьер глубиной 360 м (по абсолютной отметке), а размеры по ширине и длине конечного контура карьера составят 1115 м и 1861 м соответственно.

Негативными воздействиями на окружающую среду вследствие ведения горных работ могут быть:

На атмосферный воздух:

- Пылевыделение при горных работах;
- Пылевыделение при погрузке транспортировки руды и вскрышных пород и их разгрузке;
- Пылевыделение при бурении взрывных скважин;
- Выброс токсичных газов и пыли при массовых взрывах;
- Пылевыделение из хвостохранилища;
- Пылевыделение с поверхностей рудника и отвалов при сильном ветре;
- Выброс токсичных газов при работе дизельных двигателей.

На водную среду:

- Загрязнение вод бытовыми стоками административно-бытового комплекса, ремонтно-механического цеха и обогатительной фабрики;
- Обезвоживание среды вследствие работы дренажной системы рудника;
- Загрязнение среды вследствие просачивания сульфидной (SO4) воды сквозь плотину хвостохранилища.

На почву и растительный покров:

- Во время горных работ снимается большой объём плодородной почвы, изменяется состав и вид растительного покрова;
- Образуется крупное выработанное пространство вследствие открытых горных работ;
- Изменение рельефа поверхности из-за отвалов пород и забалансовых руд, изъятие большой площади плодородной земли;
- Окислы металлов вследствие атмосферных осадков, их просачивание в почву и грунтовые воды;
- Просачивание в почву отработанных масел и химических реагентов, используемых для подавления пыли на рудничных автодорогах;
- Загрязнение почвы из-за закупоривания и прорыва сточных труб, переносом рыхлых грунтов атмосферными водами.

На рабочие места:

- Пылеведеление в корпусах дробления руды;
- Пылевыделения на рабочих местах операторов оборудований.

Следовательно, мероприятия по предотвращению и уменьшению негативного воздействия должны быть приняты своевременно.

Эколого-экономическая оценка ущерба, нанесённого окружающей среде

Экономическая оценка нанесённого ущерба окружающей среде при горных работах производится прямым и косвенным методами.

Ущерб окружающей среде при разработке Центрального участка определяется в следующем порядке:

1. Потенциальный ущерб окружающей среде;
2. Размеры уменьшения потенциального ущерба благодаря природоохранной деятельности и мероприятиям по устранению негативного влияния на окружающую среду;
3. Действительные параметры воздействия на среду вследствие ведения горных работ.

Сумма затрат, связанная с вышеуказанными видами деятельности считается эколого-экономическим ущербом, нанесённым горными работами обществу.

Потенциальный ущерб ресурсам недр

Площадь земель, подвергающихся прямому воздействию горных работ -143 га.

Площади под отвалы пустых пород– 147.9 га

Итого – 290.9 га.

Согласно общей классификации зональности территории Монголии лицензионный горный отвод принадлежит к Хангай, Хэнтэйской горной зоне; базовый оценочный тариф земельного участка в этой зоне для нужд сельскохозяйственной деятельности составляет 548.2 тыс. туг/га. Следовательно, реальный ущерб вследствие производственной деятельности составит:

$X_{хомс} = S_{общ} * Z_{баз}$ = 290.9 га * 548.2тыс. туг = 159.47 млн.туг.

Ущерб, наносимый от ведения горных работ на Центральном участке.

Общий объём горной массы, извлекаемый в течение ведения горных работ, составляет $А_{гм}$ = 203,35 млн.м^3, оставляя выработанное пространство в недре земли. Условный расчет ущерба от ведения горных работ на Центральном участке, наносимый природе рассчитывается по “Методике расчета затрат на рекультивацию земель нарушенных воздействием горных работ”, утвержденной совместным приказом А-132/112 от 17. Мая 2010 года Министра по окружающей среде и туризма и Министра минеральных ресурсов и энергетики Монголии [1]; Ущерб, наносимый недрам земли представлен в таблице 1.

Таблица 1.

Ущерб, наносимый недрам земли

№	Показатели	Ед изм-ия	при 0.25	при 0.15
1	Объем горной массы	млн.м^3	203.35	203,35
2	Объем плодородной почвы	млн.м^3	1.67	1,45
3	Объем пространста в недрах земли	млн.м^3	201.68	201,89
4	Удельные затраты на 1 м^3 условного заполнения выемки	туг/м^3	145	145
5	Затраты на заполнение выемки	млн.туг	29268,06	29299,34

Ущерб, наносимый почве

Выделяют экологическую и экономическую оценку почвы. Экологической оценкой почвы определяют степень плодородности и уровень её нарушения; экологическая оценка, выраженная методом экономических средств или в денежных суммах является экономической оценкой. Эти два вида оценки неотделимы друг от друга.

Экологическая оценка почвы.

Экологическая оценка почвы определяется такими качественными показателями, как степень нарушения почвы, содержание гноя, уровнем плодородности, составом пород, уровнем химических реакций и минерализации, а также геоморфологическими показателями, такими как условия рельефа, распределение пород в почве, растительный покров и т.д. Самым простым, малозатратным и сравнительно точным методом экологической оценки почвы является метод оценки по содержанию гноя.

На Центральном участке распространена только темнобурая почва. Среднее содержание гноя в почве горного отвода составляет 3.1-6.0. Производственные объекты, включая рудник открытых работ, здания и сооружения, отвалы и др. оказывают влияние на экологическое состояние почвы.

Нарушаемая площадь Центрального участка горно-степной экосистемы составляет 290.9 га высокой степени нарушения.

Величина истощения почвенного гноя представлена в таблице 2.

Таблица 2.

Величина истощения почвенного гноя

Экосистема	Степень нарушения	Площадь, га	Резервы гноя в целинной почве, тн/га	Резервы гноя в нарушенной почве, тн/га	Общие потери гноя, тн
Горно-степная	Высокая	290.9	142.5	79.5	**18326.7**

Скорректированные резервы гноя в нарушенной почве с учётом свойств почвы, природно-географических условий и классификации почв представлены в табл. 3.

Таблица 3.

Скорректированные резервы гноя в нарушенной почве с учётом свойств почвы, природно-географических условий и классификации почв

Экосистема	Степень нару-шения	Общие потери гноя, тн	Качественный показатель почвы, поправочный коэффициент	Географическое условие, поправочный коэффициент	Поправочный коэффициент классификации почвы	Скоррек-тированные потери гноя, тн
Горно-степная	Высокая	18326.7	0.7	0.6	0.6	**4618.3**

Эколого-экономическая оценка почвенного покрова, разрушенного горными выработками представлена в табл. 4.

Таблица 4.

Эколого-экономическая оценка почвенного покрова, разрушенного горными выработками

Экосистема	Почва	Степень нарушения	Общие потери гноя,тн	Оценка, млн.туг
Горно-степная	Темнобурая	Высокая	4618.3	76.2

Общая площадь нарушенных земель вследствие ведения горных работ составит 290.9 га, общие потери гноя составят 4618.3 тн. Экологический ущерб почве при этом составит 76.2 млн.туг.

Ущерб водным ресурсам

Поверхностные воды. Территория Монголии подразделяется на 3 зоны по водоносности. По степени восстановления водных ресурсов Орхонский аймак относится к группе с обычной водоносностью.

В карьере вода откачивается с нижнего горизонта, сбрасывается в общую магистраль и направляется на обогатительную фабрику. Общий ущерб должен оцениваться для всего КОО “Предприятие Эрдэнэт” отдельно.

Ущерб, наносимый растительному покрову

Само по себе, практика оценки природных факторов, в особенности оценка растительного покрова, сравнительно нова для нашей страны. Из-за горных работ будет нарушен растительный покров на площади приблизительно в 209.3 га.

Работы ведутся в пределах горного отвода, где нет пастбищ и посевных площадей.

Ущерб, наносимый атмосфере

Ущерб вследствие загрязнения воздуха представлен в таблице 5.

Таблица 5.

Ущерб вследствие загрязнения воздуха

№	Показатель		Ед.изм.	Величина
1	Постоянная при оценке загрязнителей воздуха, выпускающихся в атмосферу за год		туг/у.тн	600
2	Показатель относительной опасности загрязнения воздуха, зависящий от особенности местной среды		туг/у.тн	0,3
3	Поправочный коэффициент, учитывающий характер распространения загрязняющих смесей в воздухе		туг/у.тн	2,5
4	Взвешенная масса загрязнителей, выпускаемых в атмосферу		у.тн/год	11987,21
5	Ущерб окружающей среде вследствие загрязнения воздуха	При 0,25	млн. туг	124.07
		При 0,15	млн. туг	178.01
6	Ущерб, наносимый на 1га площади атмосферы	При 0,25	туг/га	426496
		При 0,15	туг/га	612238

Всего за 23 года эксплуатации общий ущерб составит 5,39 * 23 = 124,07 млн. туг.

Ущерб, наносимый на 1га площади атмосферы составит 124,07 / 290.9 = 426496 туг/га.

Общий потенциальный ущерб, наносимый окружающей среде представлена в табл. 6.

Таблица 6.

Общий потенциальный ущерб, наносимый окружающей среде

№	Показатели		Ед. Изм-ия	Общий ущерб	Ущерб на 1 га площади, млн.туг
1	Земельные ресурсы		млн.туг	159.47	0.55
2	Недра	При 0,25	млн.туг	29268,06	100,61
		При 0,15		29299,34	100,72
3	Почва		млн.туг	76.2	0.26
4	Воздух	При 0,25	млн.туг	124.07	0.43
		При 0,15		178.01	0.61
5	Итого	При 0,25	млн.туг	29627,80	101,85
		При 0,15		29659,08	101,96

Общий эколого-экономический ущерб окружающей среде вследствие разработки Центрального участка месторождения Эрдэнэт в пределах нарушенных земель площадью 290.9 га составит 29628 и 29659 млн.туг. соответственно при бортовом содержании меди 0.25% и 0.15%.

Экономическая оценка уменьшенного ущерба

Размеры уменьшенного ущерба зависят от затрат на природоохранные мероприятия и на рекультивацию.

$$У_{ум} = З_{рек} + З_{пм} + З_{прн} + З_{паст} + З_{ово} + З_{мон} + З_{ивр} + З_{аз} + З_{лп} + З_{пзв};$$

$З_{рек}$ – рекультивационные затраты

$З_{пм}$ – затраты на природоохранные мероприятия

$З_{прн}$ – платежь за разработку недр

$З_{паст}$ – пошлина на автомашины и самоходную технику

$З_{ово}$ – затраты на исследования по оценке влияния на окружающую среду

$З_{мон}$ – затраты на мониторинги

$З_{ивр}$ – плата за использование водных ресурсов

$З_{аз}$ – плата за аренду земли

$З_{лп}$ – лицензионная плата

$З_{пзв}$ – плата за загрязнение воздуха

Таблица 7.

Экономическая оценка уменьшения ущерба

№	Показатели	Ед. измия	При 0,25	При 0,15
1	Рекультивационные затраты	млн. туг	4621,87	4614,23
2	Затраты на природоохранные мероприятия	млн. туг	6,65	6,65
3	Платёжь за разработку недр (5%)	млн. туг	709453	804400
4	Пошлина на автомашины и самоходную технику	млн. туг	0	0
5	Затраты на исследования по оценке влияния на окружающую среду	млн. туг	0	0
6	Затраты на мониторинги	млн. туг	-	-
7	Плата за использование водных ресурсов	млн. туг	-	-
8	Арендная плата земли	млн. туг	18801,72	26308,52
9	Лицензионная плата	млн. туг	170	244
10	Плата за загрязнение воздуха	млн. туг	0	0
	ИТОГО Общий потенциальный ущерб, наносимый окружающей среде	млн. туг млн.туг.	**733053,2** **29628**	835573 29713

Реальный ущерб составляет: 29627,80 – 733052,6 (При 0,25%) = – 703425,4 млн. Туг или 29659,08 - 835573 (При 0,15%) = – 805913,9 млн. Туг.

Общие затраты на техническую и биологическую рекультивации и на мониторинг при эксплутации центрального участка составляют 4621,86 и 4614,21 млн.туг соотвественно при бортовых содержаниях меди в руде 0,25% и 0,15%.

Потенцальный ущерб окружающей среде, включающий ущербы наносимые недрам и её ресурсам, почве и атмосфере составляет 29627,80 и 29659,08 млн.туг соответственно при бортовых содержаниях меди в руде 0,25% и 0,15%.

Ущербы наносимые растительному покрову и водным ресурсам в данном проекте неучтены, потому что эти виды ущерба должны оценнивается на работы всего КОО “Предприятие Эрдэнэт”.

Расходы на уменьшение ущерба, включающий рекультивационные затраты, затраты на природоохранные мероприятия, платежь за разработку недр, арендную лицензионную платы составляют 733053,2 и 835573,0 млн.туг при бортовых содержаниях меди в руде 0,25% и 0,15%.

Величина расходов для уменьшения ущерба окружающей среде намного превышает возможные ущербы, по этому в проекте непредусмотрены дополнительные затраты, связанные с ними.

Для уменьшения негативного воздействия на окружающую среду должен быть принят следующий комплекс мероприятий:

- Для увеличения устойчивости вскрышных горизонтов, на уступах, достигших конечный контур карьера, проводятся контурные взрывания с расчисткой ослабленных участков и развалов и последующим посевом растительности.
- Создание участка для опытно-исследовательских и мониторинговых работ по посеву растений, подходящих и гармоничных для местных условий.
- Создание плотин и канав для защиты от потока вблизи отвалов пород, где были изменены натуральные русла водотоков.
- Откачанную из рудника воду следует подавать сразу на обогатительную фабрику без сооружения поверхностного водохранилища.
- Отказ от, или уменьшение использования вредных химических веществ, вредно влияющих на окружающую среду и здоровье людей.
- Организовать работы по отвалообразованию с целью создания условий для проведения рекультивационных работ параллельно с горными работами. Работы по посеву растительности должны быть организованы начиная с 3-его года ведения горных работ.
- Для уменьшения сдува пыли необходимо создать водную шторку при помощи оросительной системы, использовать специальный пылеподавляющий раствор (лигносульфонат).
- Определённые участки плотины хвостохранилища следует покрыть плодородной почвой с последующим посевом трав, кустов и деревьев.

Литература
1. Методика расчета затрат на рекультивицию земель нарушенных воздействием горных работ. Улаанбаатар. 2010 г.
2. Экология и устойчивое развитие. Под общ. Ред. П.Очирбат, Р.Мижиддорж. Улаанбаатар. 2012.

УДК 556.557:621.311.21

МОНИТОРИНГ КАЧЕСТВА ВОДЫ ВОДОЕМОВ-ОХЛАДИТЕЛЕЙ ТЕПЛОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ (НА ПРИМЕРЕ БЕРЕЗОВСКОЙ ГРЭС-1)

О.Г.Морозова[1], П.М.Вчерашний[1], Р.З.Пен[2]
[1]Сибирский федеральный университет, [2]Сибирский государственный технологический университет

Водный фактор играет важную роль при размещении новых производственных мощностей, в нормальном функционировании производств, в том числе предприятий теплоэнергетики. При существующих способах подготовки ложа возникают серьезные проблемы в водоемах, происходит их эвтрофирование, отрицательные последствия которого для водоемов многочисленны [1]. Неблагоприятные социальные последствия связаны с возникновением при эвтрофировании водоемов вирусных, бактериальных, паразитарных заболеваний населения и животных. Экономический ущерб проявляется в увеличении затрат на водоподготовку, утилизацию осадков сточных вод. В техническом плане ухудшение качества воды требует усложнения методов очистки воды при водоснабжении, устранения помех в системах теплоэлектростанций

Важным этапом при решении задачи обеспечения теплоэлектростанции охлаждающей водой является мониторинг, в рамках которого должны быть выявлены факторы формирования качества воды. Водоемы-охладители представляют собой природно-техногенные системы, в которых необходим учет влияния на природную среду элементов технологических циклов теплоэлектростанции [2]. В водоемах-охладителях существуют участки акватории с различным термическим режимом, который определяет особенности гидрохимического и гидробиологического режимов, поэтому необходимо внесение в программу мониторинга изменений и дополнительных исследований.

В водоемах-охладителях руслового типа значительную часть акватории занимают мелководья, на которых охлаждение сбрасываемой отепленной воды происходит эффективно; но мелководья обильно зарастают водной растительностью, интенсивнее происходит заиление, что влечет за собой экономический ущерб техническому водоснабжению электростанции; при этом ухудшается и ох-

лаждающая способность водоема вследствие уменьшения испарения и снижения водоотдачи в атмосферу.

Водоем-охладитель Березовской ГРЭС-1 (далее – БГРЭС) сооружен в 1986 г. зарегулированием стока р. Береш, принадлежащей бассейну Верхнего Чулыма, в районе впадения в нее рек Базыр и Кадат. Характер регулирования стока водоема сезонный; в маловодные годы водообмен осуществляется один раз в год. Морфометрические характеристики водоема-охладителя: площадь зеркала при нормальном подпорном уровне (НПУ) – 33,37 км^2; объем – 193,0 млн м^3; средняя глубина водоема – 5,79 м, максимальная – до 15 м. В ложе водоема затоплено месторождение торфа объемом 30,7 млн м^3. Мониторинг качества воды начат с момента его заполнения в 1986 г.

Схема водоема-охладителя представлена на рис. 1.

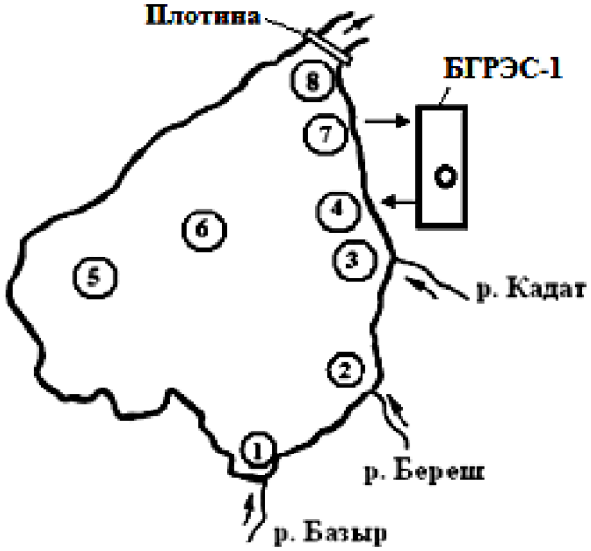


Рис. 1. Водоем-охладитель БГРЭС. Цифрами обозначены места отбора проб

Точки отбора 1, 2 и 3 контролируют качество воды, поступающей из рек Базыр, Береш, Кадат. В центральной части водоема в устье сбросного канала находится точка 4; точка 5 контролирует акваторию с торфяным месторождением; точка 6 характеризует качество воды в самой глубоководной части водоема, где происходит усреднение качества воды. В нижней части точка 7 контролирует качество воды в районе водозаборного канала; точка 8 - в приплотинной части водохранилища; здесь происходит аккумуляция всех загрязнений аллохтонного автохтонного происхождения. Качество воды в пробах характеризовали следующими показателями (в скобках – обозначения показателей): температура, оС (Т); прозрачность, см (Пр); кислотность, ед. pH (pH); цветность, градусы цветности (Цв); концентрация растворенного кислорода (O2); окисляемость, мг O/дм3, по перманганатному (ПО) и бихроматному (ХПК) методам; концентрации, мг/дм3, нитрит-ионов (NO2), нитрат-ионов (NO3), аммоний-ионов (NH4), общего азота (N), фосфат-ионов (PO4) и ионов железа (Fe).

Результаты этой части исследования изложены в ряде публикаций ([3-5] и др.) и систематизированы в монографии [6]. Установлено, в частности, наличие корреляционных связей в массиве наблюдений. Для детализации особенностей участков акватории и возможного объединения их в группы со сходными свойствам использованы статистические методы классификации – кластерный и дискриминантный анализы [7,8].

Кластерный анализ выполнили в программной среде Statgraphics. Классификацию провели по восьми точкам отбора проб (рис. 1). Для каждой точки выбраны средние значения показателей за весь период наблюдений. Так как число объектов относительно невелико, выбран метод вычисления Варда (Wards), а в качестве метрики (меры близости объектов) – квадрат евклидового расстояния (Squared Euclidean). На рис. 2 показана дендрограмма классификации.

Точки наблюдений отчетливо группируются в четыре кластера по признакам близости свойств воды. В первый кластер вошли точки 1, 2 и 6 (далее кластер 126), во второй – точки 4, 7 и 8 (кластер 478). Точки 3 и 5 по совокупности свойств воды значительно дистанцированы от других точек (образовали отдельные «кластеры» 3 и 5). Средние значения показателей в каждом из кластеров приведены в табл. 1.

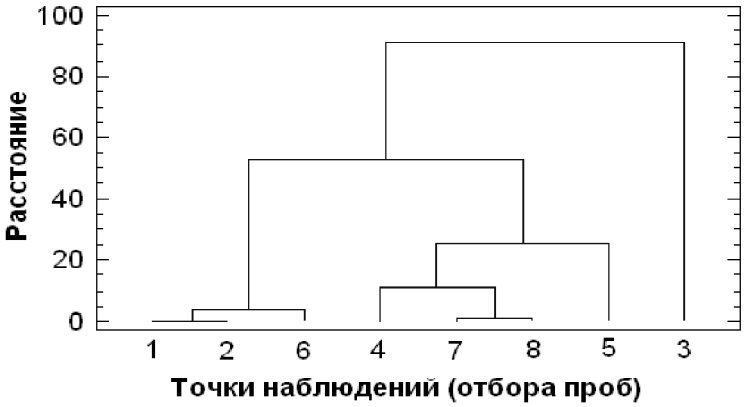


Рис. 2. Классификация наблюдений по точкам отбора проб

Сводные характеристики результата дискриминантного анализа (Discriminant Analysis, «classical» method, объем выборки 464, число групп 4) приведены в табл. 2. Они указывают на то, что для решения задачи классификации достаточно двух дискриминационных функций, на которые в сумме приходится 91,4 % дисперсии характеристик воды.

Таблица 1

Средние значения показателей по кластерам

Показатели свойств воды	Кластеры и число наблюдений в них				Все наблюдения (464)
	3 (58)	5 (58)	126 (174)	478 (174)	
	Средние значения показателей				
Fe	0,272	0,117	0,131	0,189	0,169
ХПК	29,6	35,0	18,6	26,4	25,0
N	3,69	1,54	0,92	1,14	1,43
NH_4	2,50	1,00	0,725	0,847	1,028
NO_2	0,502	0,107	0,037	0,052	0,109
NO_3	0,824	0,445	0,166	0,274	0,324
O_2	8,88	6,53	11,28	9,47	9,71
pH	8,03	7,95	7,93	8,02	7,98
ПО	39,8	47,4	18,8	29,9	29,2
PO_4	0,250	0,165	0,122	0,157	0,156
Пр	56,7	61,3	90,8	67,3	74,0
Т	11,4	9,02	8,17	11,0	9,78
Цв	46,8	109,3	45,2	48,3	54,6

Таблица 2

Сводная характеристика результатов дискриминантного анализа

Дискриминантные функции	Собственные числа	Доли дисперсии, %	Ламбда Уилкса	χ^2	Степени свободы	Уровни значимости
1	1,761	55,6	0,133	914,6	39	0,000
2	1,132	35,8	0,368	453,1	24	0,000
3	0,271	8,6	0,786	109,0	11	0,000

Стандартизованные коэффициенты дискриминантных функций (табл. 3) позволяют оценить величину вклада отдельных показателей качества воды и их групп (в таблице группы показателей разделены горизонтальными пунктирными линиями согласно результатам кластерного анализа) в критерий классификации.

Линейные классификационные функции, нестандартизованные коэффициенты линейной регрессии которых приведены в табл. 4, позволяют производить отнесение проб воды к тому или иному кластеру на основании результатов анализа по тринадцати рассматриваемым показателям.

Таблица 3

Стандартизованные коэффициенты дискриминантных функций

Показатели	Дискриминантные функции	
	1	2
Цв	0,188	-0,794
ХПК	0,141	-0,061
ПО	0,280	-0,217
Fe	0,139	0,287
T	0,069	0,202
pH	0,056	0,132
N	0,286	0,127
NH_4	0,278	0,104
NO_2	0,172	0,355
NO_3	0,051	0,063
PO_4	0,101	0,190
O_2	-0,359	0,441
Пр	-0,393	-0,284

Результаты применения дискриминантной функции к уже произведенным наблюдениям приведены в табл. 5. Во всех случаях число «правильных» отнесений составляет от 70 до 81 % – достаточно хороший результат классификации. Наибольшее число «ошибок»: 14 из 58 наблюдений (24,1 %), принадлежащих кластеру 3, отнесены к кластеру 478; 37 из 174 наблюдений (21,2 %), принадлежащих кластеру 478, отнесены к кластеру 126; 11 из 58 наблюдений (18,9 %), принадлежащих кластеру 5, отнесены к кластеру 478; 33 из 174 наблюдений (18,9 %), принадлежащих кластеру 126, отнесены к кластеру 478. В остальных случаях доля «ошибочных» отнесений составила от 0 до 5,7 %.

Наглядное представление о качестве воды кластерах дает пиктограмма (рис. 2) по данным табл. 1. Показатели качества воды нормализованы: за единицу масштаба показателя принято его среднее значение по всем наблюдениям. Видно, что кластер 3 отличается от других кластеров высоким содержанием соединений азота и фосфора, повышенными показателями Fe и ПО. Качество воды р. Кадат отличается высоким загрязнением, обусловленным недостаточно очищенными стоков коммунальных очистных сооружений, неорганизованным стоком с территории г. Шарыпово, сельскохозяйственных комплексов в долине реки, стоком с территории ГРЭС.

Таблица 4

Нестандартизованные коэффициенты линейных классификационных функций

Показатели	Кластеры			
	3	5	126	478
	Коэффициенты функций			
Fe	53,0	44,3	46,2	49,3
ХПК	-0,0396	-0,0239	-0,0740	-0,0386
N	-3,15	-4,04	-4,55	-4,46
NH_4	1,54	0,58	-0,09	0,07
NO_2	28,2	21,1	22,9	23,0
NO_3	6,27	5,67	5,70	5,72
O_2	-1,69	-2,38	-1,41	-1,68
pH	184,0	181,7	182,2	184,1
ПО	-0,161	-0,116	-0,211	-0,187
PO_4	-39,2	-46,1	-44,7	-42,9
Пр	0,164	0,235	0,261	0,203
Т	-0,745	-0,865	-0,826	-0,771
Цв	-0,086	0,0231	-0,0674	-0,0765
Константа	-736,0	-716,4	-719,7	-729,9

Таблица 5

Результаты классификации наблюдений по классификационным функциям

Кластеры	Число наблюдений	Кластеры			
		3	5	126	478
		Число отнесений и их доли			
3	58	44 (75,8 %)	0 (0,0 %)	0 (0,0 %)	14 (24,1 %)
5	58	2 (3,4 %)	44 (75,8%)	1 (1,7 %)	11 (18,9 %)
126	174	0 (0,0 %)	0 (0,0 %)	141 (81,0 %)	33 (18,9 %)
478	174	10 (5,7 %)	4 (2,3 %)	37 (21,2 %)	123 (70,7 %)

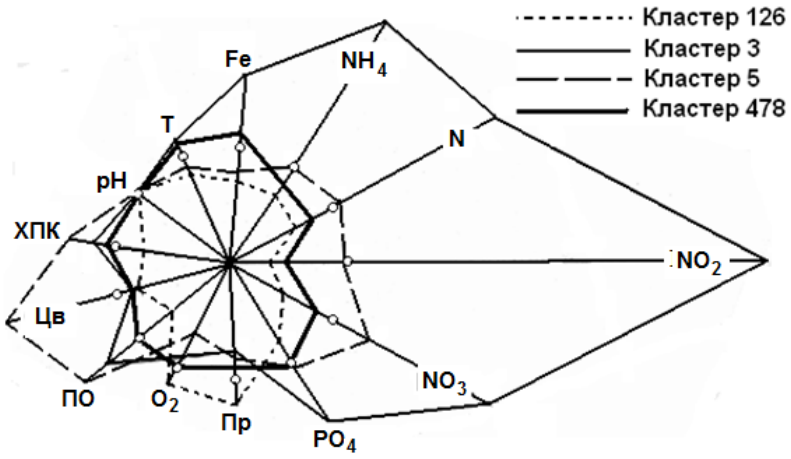


Рис. 2. Пиктограмма качества воды в кластерах (светлые точки – нормализованные средние значения показателей по всем наблюдениям)

Качество воды в точках наблюдений, вошедших в кластер 478, по большинству показателей близки к средним значениям по водоему, наиболее существенное отличие – в пониженном содержании азотсодержащих соединений. Районы сбросного, водозаборного каналов и приплотинной части испытывают нагрузки, качественно одинаковые по списку загрязнений. В воде здесь почти отсутствует высшая водная растительность и фитопланктон, т.к. дно водоема перед заполнением отсыпано полуметровым слоем крупного щебня.

Качество воды в точке отбора 5, в районе за дамбой, отличается повышенными значениями NO_3, ПО, Цв и ХПК. Азотсодержащие и растворенные органические вещества из многометровых залежей затопленного торфа в течение всего периода существования водоема интенсивно поступали в водную среду.

Большинство показателей воды в точках отбора, образовавших кластер 126, меньше средних значений по водоему; исключение составляют показатели Пр и O_2. Поступление загрязнений в акваторию устьев рек Береш и Базыр и в центральную часть водоема минимально по причине гораздо менее загрязненного стока этих рек и сохранения в водоеме естественного течения русла рек, проходящего через центральную часть водоема.

Полученные данные по качеству воды были использованы для выработки рекомендаций по водомелиоративным мероприятиям, способствующим повышению эффективности охлаждения воды, предотвращения резкого изменения термических условий для существования гидробионтов в районе сбросного канала и верхней части водоема-охладителя. Осуществление мероприятий по удалению участков заиления в районе устья сбросного канала, углублению в приплотинной части водоема-охладителя повысило экономическую эффективность работы теплоэлектростанции.

Литература

1.Сиренко Л.А. Физиологические основы массового размножения синезеленых водорослей в водохранилищах. – Киев: Наукова думка, 1972. – 204 с.

2.Суздалева А.Л., Побединский Н.А. Использование микробиологических параметров при оценке качества воды в водоемах-охладителях ТЭС и АЭС // Природообустройство и экологические проблемы водного хозяйства и мелиорации. – М.: Изд-во МГУ, 1999. – С. 64-65.

3.Морозова, О.Г. Факторы формирования качества воды водоема-охладителя Березовской ГРЭС-1 / О.Г. Морозова, С.М. Репях, С.В. Морозов, Р.З. Пен // Вестник СибГТУ. - 2001. - № 1. - С. 81-86.

4. Морозова, О.Г. Влияние затопленных растительных остатков на формирование гидрохимического режима водоема-охладителя Березовской ГРЭС-1. Выделение факторов формирования качества воды / О.Г. Морозова, Р.З. Пен, С.М. Репях // Химия растительного сырья. - 2001. - № 1. - С. 83-87.

5. Морозова, О.Г. Математическое моделирование процессов формирования качества воды водоемов-охладителей / О.Г. Морозова, С.М. Репях, Р.З. Пен, М.В. Родионов // Вестник КазНУ. Сер. Экологическая. - 2001. - Т. 2. - С. 10-15.

6. Морозова, О.Г. Особенности формирования гидрохимического режима водоема-охладителя БГРЭС-1: монография / О.Г. Морозова, Р.З, Пен, С.М. Репях. - Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2001. - 214 с.

7. Айвазян, С.А. Прикладная статистика: Классификация и снижение размерности / С.А. Айвазян, В.М. Бухштабер, И.С. Енюков, Л.Д. Мешалкин. - М.: Финансы и статистика, 1989. - 607 с.

8. Дюк, В.А. Обработка данных на ПК в примерах / В.А. Дюк. – СПб: Питер, 1997. – 240 с.

УДК 504.61:622

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ АК «АЛРОСА» НА ОКРУЖАЮЩУЮ ПРИРОДНУЮ СРЕДУ

О.П. Наумова, Е.В. Середкина, В.А. Кожин
Институт Якутнипроалмаз АК «АЛРОСА» ОАО

Акционерная компания «АЛРОСА» (ОАО) является одним из крупнейших землепользователей на территории Республики Саха (Якутия). Зона производственной деятельности Компании располагается в Западной Якутии, на Среднесибирском плоскогорье в северо-западной части Вилюйской низменности в районе многолетней мерзлоты. Климат района суровый, резко континентальный, отличающийся холодной долгой зимой, коротким и теплым летом, кратковременностью переходных периодов.

Экологическая политика Компании направлена на сохранение окружающей среды и бережное использование уникальных природных ресурсов Якутии.

АК «АЛРОСА», осваивая месторождения природных алмазов, неизбежно оказывает техногенное воздействие, обусловленное особенностями алмазодобывающего производства, на окружающую среду в виде выбросов веществ в атмосферу, сбросов в водные объекты, размещения отходов производства и потребления. Минимизация негативного влияния на окружающую среду является одной из приоритетных задач в деятельности Компании.

По материалам мониторинга и государственной статистической отчетности за период с 2008 по 2012 гг. рассмотрена динамика изменения экологических показателей с учетом мирового финансового кризиса 2009 г., оказавшего влияние на объемы производства алмазодобывающей отрасли.

Водопользование. Забор воды для производственного водоснабжения и хозяйственно–питьевого назначения осуществляется из многочисленных природных источников: рек (Ирелях, Малая и Большая Ботуобия, Лена, Оленёк, Вилюй, Таас-Юрях, Марха), водохранилищ (Сытыканского, Иреляхского), ручья Ойуур-Юреге, левого притока реки Ханнья, озера Сордонноох, артезианских скважин. Обеспечение рационального водопользования ведется в следующих направлениях: контроль состояния трубопроводов хозяйственно-бытового водоснабжения и отопления; поддержание экологической чистоты водотоков путем уменьшения сброса загрязняющих веществ в поверхностные водные объекты; сокращение потребления свежей воды на производственные нужды; нормирование и приборный учёт водопотребления. Схемы водоснабжения обогатительных фабрик Компании являются бессточными с использованием оборотных вод; драги работают в замкнутых котлованах.

Хозяйственно-бытовые сточные воды подвергаются очистке на канализационных очистных сооружениях. Динамика сброса загрязняющих веществ со сточными водами предприятиями Компании приведена на рис. 1.

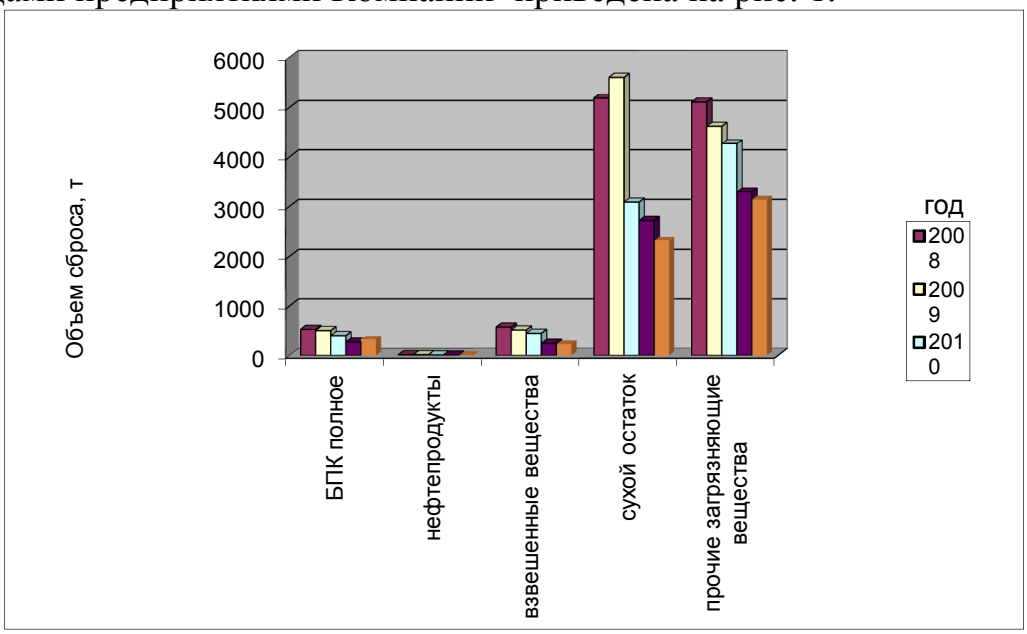


Рис. 1 – Динамика сброса загрязняющих веществ со сточными водами предприятиями АК «АЛРОСА» за 2008-2012 гг.

На основании анализа статистических данных по форме 2ТП-водхоз установлено, что наблюдается общая тенденция уменьшения забора воды из природных источников. Некоторое увеличение водопотребления предприятиями Компании происходит из-за роста расходов на хозяйственно-питьевые нужды. Расход воды на производственные нужды практически неизменен. Уменьшение количества сбрасываемых веществ со сточными водами в поверхностные водоемы связано со снижением объемов водоотведения на предприятиях Компании. Для осуществления контроля за состоянием водных объектов в районе деятельности предприятий АК «АЛРОСА» выполняется производственный экологический мониторинг гидрохимического состава поверхностных вод, который позволяет оценить естественное состояние рек и происходящие в них изменения под влиянием природных и антропогенных факторов.

Наиболее характерными загрязняющими веществами водных объектов Мирнинской промышленной зоны, связанными с производственной и хозяйственной деятельностью алмазодобывающей промышленности, являются взвешенные вещества и ионы аммония. В связи с проведением природоохранных работ на дражных полигонах наблюдается значительное снижение загрязнения устья р. Ирелях в паводковый период взвешенными веществами: от 78 предельно-допустимых концентраций (ПДК) для водных объектов рыбохозяйственного назначения в 2008 г., до 6,8 ПДК в 2012 г. В устье р. Малая Ботуобия - от 9 до 1,5 ПДК; в р. Вилюй ниже устья р. М. Ботуобия - от 3 до 2 ПДК.

По данным гидрологических ежегодников естественная минерализация р. Ирелях составляла от 63 до 576 мг/дм^3. За период развития алмазодобывающей промышленности, под влиянием сбрасываемых минерализованных карьерных вод хлоридно-натриевого типа, гидрохимический режим р. Ирелях значительно изменился: возросло содержание хлоридов, ионов натрия и в целом минерализации. В период сброса минерализованных вод в отдельные моменты она достигала 27000 мг/дм^3, после прекращения сброса в 1991 - 1993 гг. - 1637 мг/дм^3. В результате естественной промывки русла р. Ирелях весенним половодьем и дождевыми паводками минерализация постепенно уменьшается, приближаясь к естественной. В настоящее время она составляет 655 мг/дм^3.

В устье р. Малая Ботуобия в зимнюю межень минерализация возрастает, и естественный гидрокарбонатно-кальциевый состав воды переходит в хлоридно-натриевый, что связано с естественной разгрузкой подземных рассолов и в период обследования минерализация сохраняется на уровне 937 мг/дм^3.

В р. Вилюй, ниже впадения р. Малая Ботуобия сохраняется естественный минеральный и гидрокарбонатно-кальциевый состав воды.

Уменьшение количества сбрасываемых веществ со сточными водами в поверхностные водоемы связано со снижением объемов водоотведения на предприятиях Компании, реконструкцией канализационных очистных сооружений биологической очистки (КОС БО) г. Мирного. При этом отмечается снижение загрязнения ионами аммония: р. Ирелях (от 3 ПДК до 1 ПДК), р. Малая Ботуобия в районе пос. Арылах (от 5 ПДК до 1,7 ПДК). В результате перегруженности КОС

БО п. Айхал и эксплуатации КОС с механическими методами очистки в г. Удачном отмечается привнос в реки Далдын и Сохсолоох с недостаточно очищенными хозяйственно-бытовыми стоками ионов аммония, нитратов, нитритов. В р. Сохсолоох, ниже сброса КОС БО п. Айхал, содержание ионов аммония колеблется в пределах от 1,7 ПДК до 0,5 ПДК. В р. Далдын, ниже КОС г. Удачного, в исследуемый период - сохраняется на уровне 1,2 ПДК. С целью сокращения негативного воздействия на водные экосистемы в Компании реализуется проект по реконструкции всех канализационно-очистных сооружений в зоне действия предприятий, который планируется завершить до 2018 года.

Влияние производственных объектов Удачнинского ГОКа на водные объекты выражается в незначительном загрязнении р. Далдын ниже устья ручья № 2 в период паводков ионами меди до 4,3 ПДК (фон – 2,9 ПДК) и цинка до 1,7 ПДК (фон – 1 ПДК). В динамике загрязнение сохраняется на одном уровне.

Качество воды в р. Лена, ниже сброса сточных вод, практически не претерпевает изменений. Лишь содержание фенолов сохраняется неизменным на уровне 8 ПДК и нефтепродуктов от 8 ПДК в 2008 г. до 2 ПДК в 2012 г. на всем протяжении реки, в том числе и на фоновом участке, вне зоны деятельности АК «АЛРОСА». Сточные воды вахтового поселка и промышленной площадки Нюрбинского ГОКа сбрасываются в накопитель очищенных бытовых стоков и в нефильтрующее хвостохранилище мерзлотного типа, и в речную сеть не попадают.

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу. Негативное воздействие производственной деятельности АК «АЛРОСА» на атмосферный воздух рассмотрено на основании анализа статистических форм отчетности 2ТП-воздух по предприятиям Компании. Динамика выбросов загрязняющих веществ в атмосферу за исследуемый период, распределение выбросов загрязняющих веществ по предприятиям, состав газообразных и жидких веществ приведены на рис. 2.

Основной вклад в загрязнение атмосферного воздуха вносят горно-обогатительные комбинаты (карьеры и подземные рудники, автотранспортные подразделения, цеха по ремонту горнотранспортного оборудования, обогатительные фабрики) - от 58% до 70% и предприятия теплоэнергетики (отопительные котельные и дизельные электростанции) - от 9% до 20%. Наибольшее воздействие на атмосферный воздух оказывают процессы добычи и транспортировки горной массы. Воздействие на атмосферу происходит при буровзрывных работах, движении карьерного автотранспорта, работе горной техники и технологического оборудования на обогатительных фабриках, а также от сжигания топлива в котлоагрегатах котельных.

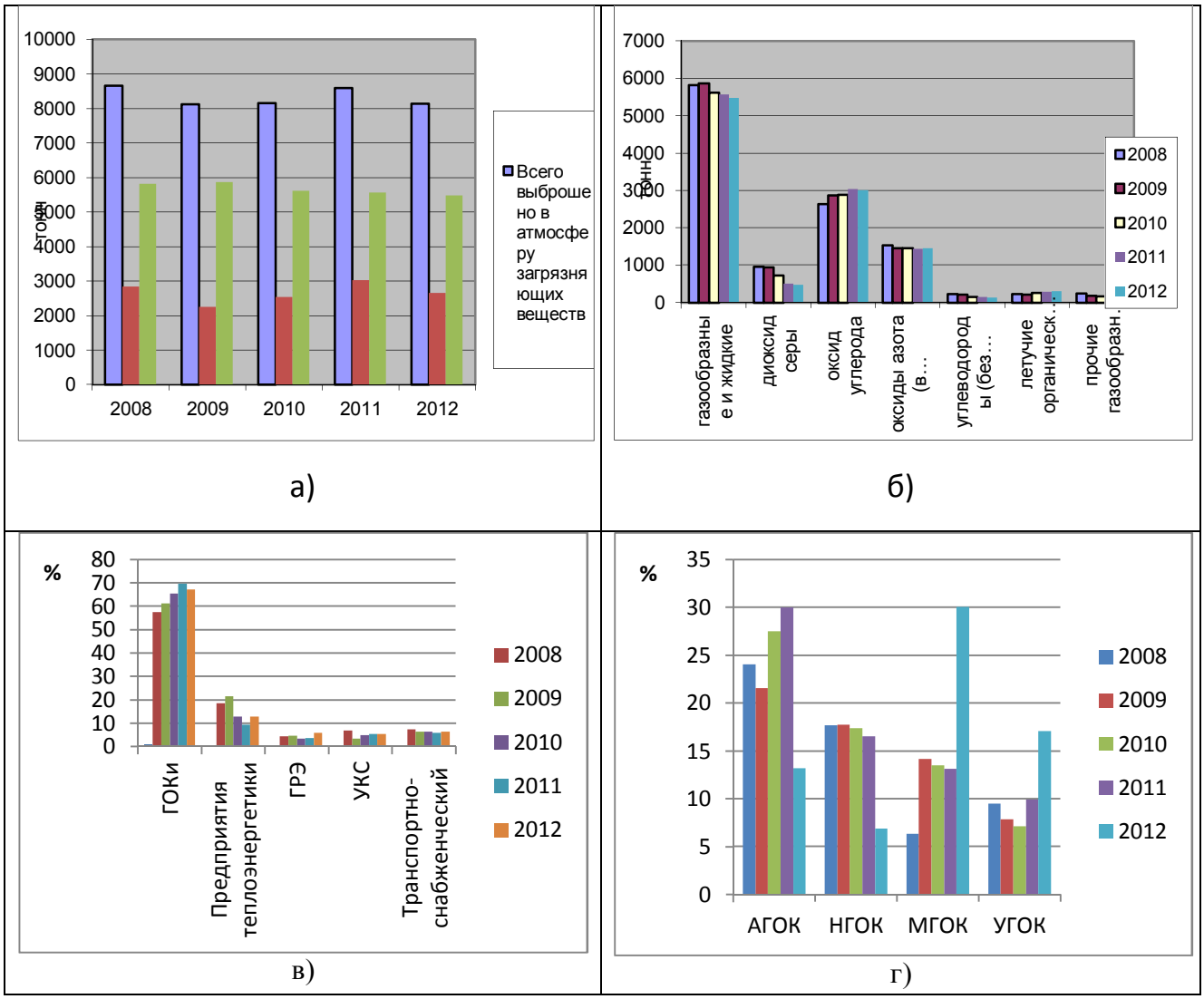


Рис. 2 – Динамика выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от предприятий АК «АЛРОСА» за 2008-2012 гг.: а) образование загрязняющих веществ; б) состав газообразных веществ в выбросах в атмосферу; в, г) распределение выбросов загрязняющих веществ по предприятиям и по ГОКам (АГОК - Айхальский, НГОК – Нюрбинский, МГОК – Мирнинский, УГОК – Удачнинский ГОКи)

Основными компонентами газообразных и жидких веществ по значимости оказываемого ими воздействия являются: оксид углерода, диоксид и оксид азота, летучие органические соединения (ЛОС), углеводороды (без учета ЛОС) и прочие газообразные и жидкие вещества.

С целью обеспечения санитарно-гигиенических нормативов качества атмосферного воздуха в Компании осуществляются воздухоохранные мероприятия, направленные на предупреждение и снижение уровня загрязнения атмосферы. Для пылеподавления в летнее время производится полив дорог: на предприятиях Компании (технологических) и в населенных пунктах. Буровые станки работают с применением системы мокрого и сухого пылеулавливания. При проведении карьерных работ используются эмульсионные взрывчатые вещества с кислородным

балансом близким к нулю. Работа металлообрабатывающих и деревообрабатывающих станков производится с применением пылеулавливающего оборудования со степенью очистки 80-99%.

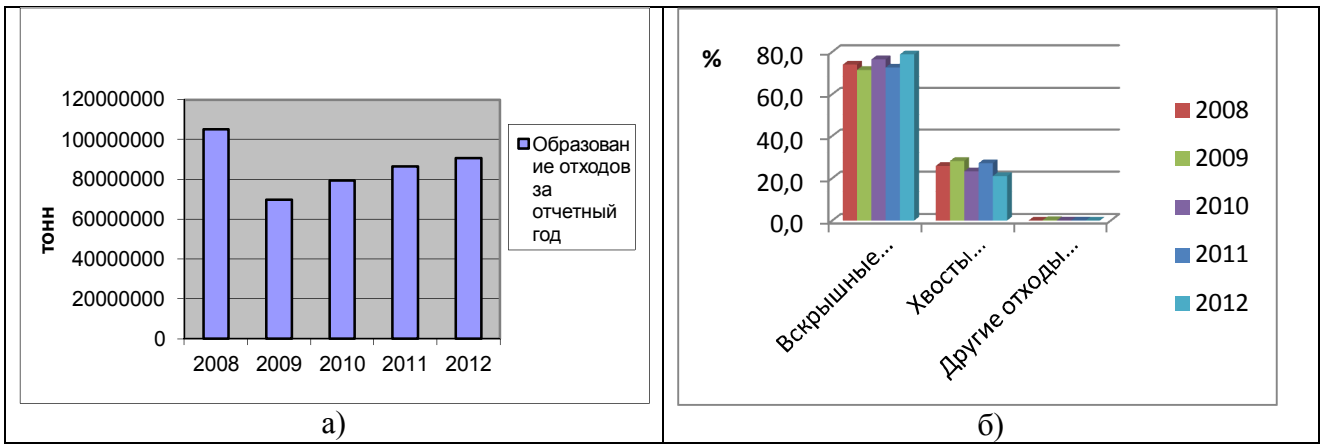
Обогатительные фабрики, пункты подготовки компонентов эмульсионных взрывчатых веществ, комбинаты строительных материалов, участки технологического закладочного комплекса оснащены пылеулавливающими установками, циклонами, мокрыми пылеуловителями, ионообменными фильтрами отечественного и зарубежного производства, которые обеспечивают улавливание до 99% загрязняющих веществ. Для обеспечения полноты сжигания топлива в котлоагрегатах котельных подобраны оптимальные значения соотношения «Газ-воздух». Регулярно проводится инструментальный контроль загрязняющих веществ в отходящих газах. Во всех автотранспортных предприятиях осуществляются проведение контроля технического состояния автомобильного парка, контроль токсичности выхлопных газов, послеремонтная обкатка двигателей и регулировка топливной аппаратуры.

Анализ статистических данных позволяет сделать выводы о том, что уровень выбрасываемых в атмосферу загрязняющих веществ определяется количеством твердых веществ, при этом количество газообразных и жидких веществ в рассматриваемый период незначительно снижается. Основной вклад в загрязнение атмосферного воздуха вносят горно-обогатительные комбинаты (по мере убывания - АГОК, НГОК, МГОК, УГОК) и предприятия теплоэнергетики (ЛПТЭС, ПТВС, УЖКХ), при этом наблюдается рост количества веществ, выбрасываемых горно-обогатительными комбинатами и снижение количества загрязняющих веществ, выделяемых предприятиями теплоэнергетики.

Образование и использование отходов производства и потребления.

Данные о динамике образования отходов на предприятиях АК «АЛРОСА» и их состав за рассматриваемый период на основании статистических форм отчетности 2ТП-отходы по предприятиям Компании приведены на рис. 3.

Основная масса, образуемых отходов, представляет собой вскрышные породы 4-го, 5-го классов опасности (71,8 - 78,9 %); хвосты обогащения 5-го класса (23,2 - 28,0 %); другие отходы 1, 2, 3, 4 и 5-го классов (0,1 - 0,2 %). При этом до 99,96 % в массе отходов 5-го класса составляют вскрышные породы и хвосты обогащения. В отходах 4-го класса вскрышная засоленная порода составляет 22,9 - 91%.



а) б)

Рис. 3 – Динамика образования отходов производства на предприятиях АК «АЛРОСА» за 2008-2012 гг.: а) по годам; б) состав образовавшихся отходов.

При образовании большого количества данного вида отходов производства возникает проблема их размещения, что связано со значительной площадью занимаемых земель для их размещения и хранения. *Вскрышные породы* (5-го класса опасности) размещаются для длительного хранения в отвалах вскрышных пород. *Хвосты обогащения* с обогатительных фабрик перекачиваются в хвостохранилища этих фабрик. Сухие хвосты Нюрбинского ГОКа складируются на специально отведенном отвале.

Для поэтапного снижения образования отходов Компанией реализуется комплекс мероприятий, включающих расширение направлений и объемов использования и обезвреживания основных отходов производства - вскрышных пород и хвостов обогащения, отработанных масел, отработанных автомобильных шин, отходов деревообработки и др. *Вскрышные породы* и *хвосты обогащения* частично используются для формирования дамб и насыпей драг, отсыпки дорог.

Анализ статистических данных по форме 2ТП-отходы показывает, что наряду с ростом образования отходов производства наблюдается увеличение количества используемых отходов, основная часть которых - отходы 3, 4, 5-го классов опасности, из них вскрышные породы составляют 78-94%, хвосты обогащения 5-20%. На обезвреживание поступают в основном опасные отходы 1-го и 2-го класса. При этом большая часть отходов 2-го класса опасности поступает на обезвреживание силами самого предприятия, а отходы 1-го класса - передаются в специализированные организации.

На основании проведенного анализа можно сделать следующие выводы:

Изменение объемов водопотребления, выбросов в атмосферу, образования отходов связано с объемами производства и проводимыми мероприятиями по снижению вредного влияния производственной деятельности Компании на окружающую среду. Реализация экологических программ и мероприятий по охране окружающей среды позволяет поддерживать безопасное (благоприятное) соотношение между ростом промышленного производства и показателями качества окружающей среды при эксплуатации объектов Компании, являющихся источника-

ми негативного воздействия на экологическую систему в районах производственной деятельности АК «АЛРОСА».

Экологическая политика Компании является одним из приоритетных направлений в ее производственной деятельности.

УДК624.131

ЭКОЛОГИЧЕКИЕ ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ХВОСТОХРАНИЛИЩ ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ ФАБРИК МЕДЬЗАВОДОВ УРАЛА

Л.П.Парфенова, Уральский государственный горный университет

Добыча и переработка минерального сырья на Урале составляет основную долю всего промышленного производства. Образующиеся при этом отходы отличаются многотоннажностью и контрастностью химического состава. В настоящее время здесь сложилась такая ситуация, при которой основные крупнейшие комплексы по добыче, в частности, руд цветных металлов сосредоточены на Южном Урале и в Оренбургской области, а крупные перерабатывающие производства, в том числе обогатительные и металлургические, размещены на Среднем Урале. В соответствии с этими обстоятельствами наблюдается определенная закономерность в распределении накопленных в данной отрасли производства видов отходов. На Южном Урале складируются преимущественно отходы от добычи и первичной переработки, в основном в твердом виде, а на Среднем Урале соответственно отходы глубокой переработки и металлургического передела, в основном, в суспензированном или жидком состоянии. В связи с этими особенностями проблемы, связанные с негативным влиянием мест размещения жидких промышленных отходов медных предприятий Урала на окружающую среду, и пути их решения также имеют некоторые различия.

Жидкие промышленные отходы медного производства в общем виде представляют собой хвосты и шламы, т.е. продукты обогащения медной руды с разным содержанием твердой и жидкой фаз (соотношение Т:Ж). Накопители таких отходов- хвосто и шламохранилища. По показателю Т:Ж накопители жидких отходов на медных заводах Урала различаются, при этом показатель Т:Ж изменяется от 1:4- 1:6 для южноуральских объектов до 1:10-1:15 для средне и североуральских, из чего следует, что более глубокая переработка медных руд на стадии их

обогащения требует большего объема технической воды и, как следствие, ведет к образованию большего количества жидких промышленных отходов.

Геоэкологические проблемы, возникающие при эксплуатации накопителей жидких промотходов, условно можно объединить в два блока. Первый блок связан с влиянием жидких отходов на устойчивость сооружения, а именно плотины и дамб обвалования. Решением проблем первого блока занимаются как на стадии проектирования сооружения, выбирая способ создания свободной емкости, так и на стадии эксплуатации и дальнейшего наращивания их свободной емкости. На Урале общая практика строительства и эксплуатации большинства накопителей и подобных им гидротехнических сооружений показывает, что наиболее устойчивыми в «северных» климатических условиях являются насыпные дамбы. На Южном Урале в последние годы хороший эффект получен от внедрения новой технологии строительства дамб намывного типа (хвостохранилище УГОКа). Насыпные дамбы на всех действующих хвостохранилищах Среднего и Северного Урала возведены преимущественно из глинисто-суглинистых пород с использованием металлургического шлака и других видов твердых промышленных отходов с пригрузкой низового откоса скальным грунтом. Время эксплуатации этих хвостохранилищ составляет не менее 25 лет, наращивание дамб в течение такого длительного срока выполнялось неоднократно, в том числе и наливным способом, и в настоящее время составляет не менее двух-трех таких очередей. Высота дамб в среднем 15-25м. Северо – и среднеуральские накопители отличаются относительно невысокими дамбами и при этом большой площадью, за счет которой создана «свободная» емкость сооружения. На южноуральских хвостохранилищах изначально дамбы также возводились насыпным способом, в основном из скального материала с суглинистым экраном. При этом накопители отличаются небольшой площадью и более значительной высотой дамб до 25-35м в среднем. Недостаток свободной емкости и при этом отсутствие площадей для расширения привели к необходимости поиска более совершенных способов наращивания высоты дамб обвалования, одним из которых признан намывной. Выбор способа строительства новых дамб и наращивания уже существующих неизбежно повлечет за собой решение другой проблемы- выбора наиболее эффективной системы дренажа. Существуют традиционные подходы в выборе дренажа на стадии проектирования. Опыт эксплуатации ряда уральских хвостохранилищ показывает, что без создания открытой дренажной системы в нижнем бъефе плотины безопасная эксплуатация всего гидротехнического сооружения невозможна. Одним из основных условий эффективной работы такой системы является возможность ее круг-

логодичной работы с условием полного перехвата всего объема формирующихся филътрационных потерь.

Для контроля устойчивого состояния дамб обвалования на эксплуатируемых хвостохранилищах организуется сеть режимных скважин-пъезометров. В сочетании с топографической съемкой режимные наблюдения по сети скважин-пъезометров за положением депрессионной кривой в теле дамбы, а в некоторых более сложных случаях, например на плотинах, где бурение скважин в виду весьма неустойчивого состояния насыпи просто опасно, возможно применение геофизических (неразрушающих) методов исследования устойчивости (например, сейсмическими методами).

Второй блок экологических проблем связан с процессами загрязнения поверхностных и подземных вод территории размещения накопителя. Химический состав жидких хвостов в хвостохранилищах обогатительных фабрик уральских медьзаводов отличается высокой контрастностью по отношению к природным водам и представляет собой кислые, реже щелочные минерализованные металлоносные растворы. Применительно к поверхностным водам практика эксплуатации хвостохранилищ обогатительных фабрик уральских медьзаводов показывает, что имея два-три разрешенных круглогодичных сброса за длительный срок работы, а также за счет очень контрастного химического состава жидких стоков, ближайшие к хвостохранилищу природные водные объекты (реки, ручьи, озера, болота) в настоящее время загрязнены настолько, что вполне могут считаться вторичными источниками загрязнения водных объектов более высоких порядков. Наибольшую нагрузку при этом несут жители ближайших населенных пунктов, расположенных ниже сброса. Следует признать, что в последние годы делается многое для улучшения давно сложившейся ситуации, но накопленные за предыдущие годы объемы загрязнения, например в донных отложениях, не позволяют в полной мере ощутить эффект от принимаемых усилий.

Общая ситуация с загрязнением подземных вод на территории размещения хвостохранилищ обогатительных фабрик уральских медьзаводов будет дана на основании анализа опыта их эксплуатации (на примере Сорьинского, Малосернистого, Пиритного и др.). На большинстве эксплуатируемых хвостохранилищ Урала существует сеть наблюдательных скважин, входящих в состав системы локального экологического мониторинга мест размещения отходов производства. Представительность наблюдательной сети разная, количество наблюдательных скважин может варьировать от нескольких штук до первых десятков (на Сорьинском хвостохранилище - 9 скважин, на Малосернистом - 23 скважины), при этом период регулярных наблюдений по ним составляет не менее 5 лет, что значитель-

но повышает достоверность полученных данных. Анализ результатов локального гидрогеологического мониторинга показывает, что длительная (более 20-25 лет) эксплуатация хвостохранилищ приводит к изменению естественного режима подземных вод на прилегающей территории. Это проявляется, прежде всего, в подъеме уровня подземных вод от нескольких метров до десятка метров от их естественных отметок, что создает «подпертый режим» фильтрации подземных вод. На поверхности этот процесс проявляется в заболачивании территории, а также в возникновении условий «самоизлива» на устьях наблюдательных скважин. Параллельно этому процессу меняется температурное поле подземных вод, так как имеет место «отепляющий эффект» хвостохранилища, работа которого носит круглогодичный характер, а температура «хвостов» для технологических целей поддерживается в положительных значениях (например, средняя температура хвостов в Сорьинском хвостохранилище составляет 18^0С). Следует учитывать тот факт, что технологии обогащения медных руд на обогатительных фабриках Урала весьма схожи.

Усредненный химический состав жидких хвостов наиболее объективно представлять в виде состава «оборотной» воды, так как именно эта их часть используется в обогатительном процессе в максимальных объемах, хотя для более высокоточных оценок и прогнозов, касающихся каждого хвостохранилища в отдельности, следует учитывать и те процессы, которые происходят в них, например, на границе жидких и твердых хвостов, при осветлении и пр. В обобщенном виде состав «оборотной» воды в системе оборотного водоснабжения обогатительных фабрик медьзаводов Урала следующий: pH 5-6,5 дол.ед.; общая жесткость 25-35 мг-экв./дм^3; общая минерализация 2,5-3,5 г/дм^3; содержание сульфатов 1500-3500 мг/дм^3, высокие (выше ПДК) концентрации ионов железа, меди, цинка, свинца, мышьяка, фтора и пр. Таким образом, жидкие хвосты обогатительных фабрик уральских медьзаводов представляют собой минерализованные, очень жесткие, слабокислые металлоносные растворы сульфатного кальциевого состава.

Такой химический состав жидких хвостов позволяет причислить хвостохранилища к объектам потенциально возможного загрязнения подземных вод. Анализ результатов локального гидрогеологического мониторинга показывает, что длительная (более 20-25 лет) эксплуатация хвостохранилищ привела к созданию вокруг них областей химического загрязнения подземных вод, площади которых в целом ограничены контурами дамб обвалования, а на участках плотин (в нижнем бъефе) вытянуты по направлению фильтрационного потока. Отсутствие тотального загрязнения подземных вод в районах длительного хранения хвостов обогащения обогатительных фабрик Урала можно объяснить многими причинами, глав-

ными из которых являются высокая анизоторпия фильтрационной среды (геологический фактор), гидродинамически пассивный характер формирования фильтрационных потерь.

Изложенные выше основные экологические проблемы, формирующиеся при длительной эксплуатации хвостохранилищ обогатительных фабрик уральских медьзаводов, с разной степенью эффективности решаются или могут быть решены.

Для решения проблем, связанных с устойчивостью этих сооружений, предлагается более эффективно использовать результаты режимных наблюдений по скважинам-пъезометрам за положением кривых депрессии в теле дамб обвалования, дополняя их маркшейдерскими съемками поверхности дамб, а в некоторых случаях режимными геофизическими наблюдениями (например, сейсморазведочными работами).

Для минимизации негативного воздействия хвостохранилищ на поверхностный сток наиболее эффективными являются дренажные мероприятия в сочетании с различными способами очистки дренажных вод. В конечном счете, эти меры должны привести к пересмотру существующих на всех хвостохранилищах Урала систем сброса дебалансовых вод от круглогодичных к сезонным (паводковым).

Литература

1.Мироненко В.А., Румынин В.Г., Учаев В.К. Охрана подземных вод в горнодобывающих районах (опыт гидрогеологических исследований).-Л.:Недра, 1980.-320с.

УДК 504.06

ЭКОЛОГО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ТЕРРИТОРИЙ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ХРОМИТОВ НА ПОЛЯРНОМ УРАЛЕ

И.Г. Петрова, Е.В. Голдырева
Уральский государственный горный университет

Хром является одним из важнейших элементов, необходимых для функционирования металлургической, огнеупорной и химической промышленности. Источником получения хрома являются хромовые руды.

Массив Рай-Из является одним из наиболее перспективных и изученных хромитоносных массивов России. В результате многолетних поисковых и оце-

ночных работ на массиве выявлено три рудных поля (Северное, Южное и Юго-Западное) с большим количеством рудопроявлений и месторождениями (Центральное, Западное и 214) хромовых руд (Рис.1).

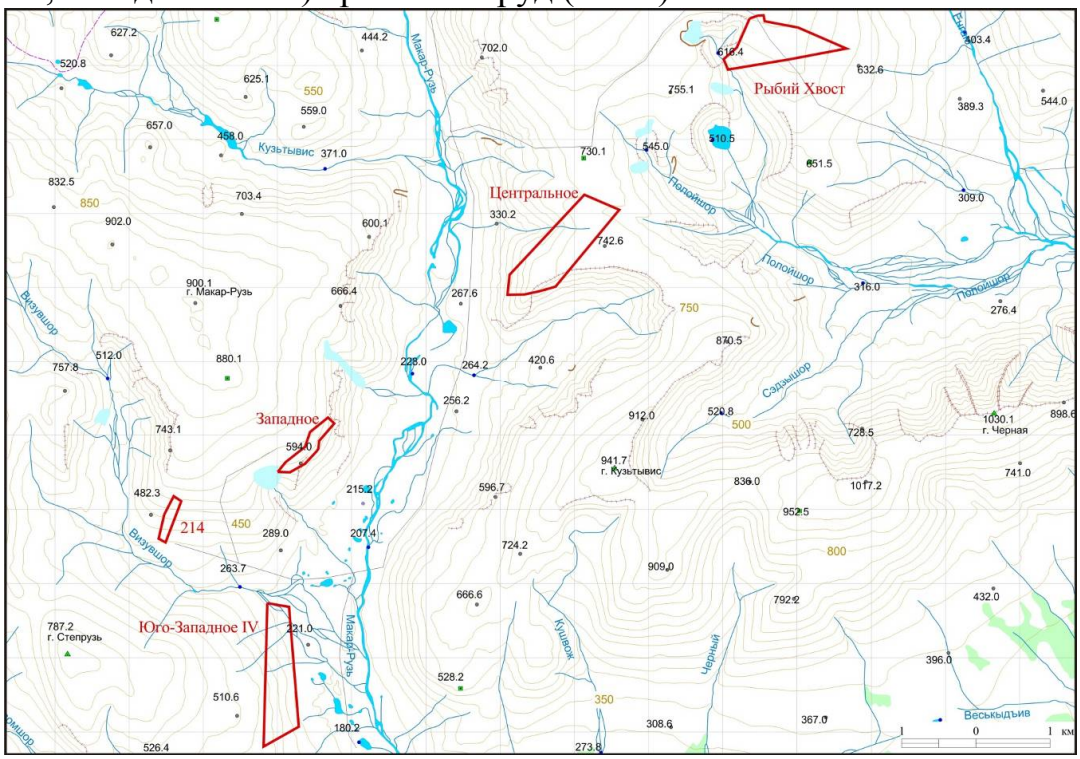


Рис. 1 Обзорная схема месторождений

Освоение территорий месторождений расположенных в суровых климатических условиях в высокогорных районах за пределами Полярного круга, традиционно считается сложным мероприятием, которое может привести к существенным негативным последствиям для уязвимых экосистем заполярья, так как не ограничивается только участком карьера, но и включает объекты инфраструктуры расположенные зачастую на значительном удалении от карьера.

Отработка рудных месторождений предполагает различные по направлениям и характеру воздействия на компоненты окружающей среды. Изучение параметров этих компонентов, на этапе проведения геологоразведочных работ позволяет выделить самые важные факторы. В этот перечень входят: геологическое строение территории; характер слагающих ее пород; рельеф; гидрогеологические, мерзлотные и геохимические условия; ландшафтные характеристики и развитие геологических процессов. Ниже рассмотрим эти факторы для территории месторождений хромитов массива Рай-Из.

Рельеф территории

Эколого-геологические условия территории месторождений в значительной степени зависят от рельефа местности. По характеру местности месторождения хромитов расположены на восточном склоне Полярного Урала в пределах горы Рай-Из. По схеме геоморфологического районирования Урала территория расположена в пределах Уральской ландшафтной зоны кряжа со среднегорным рельефом. Абсолютные отметки составляют 350-900 м и относитель-

ными превышениями до 300 - 400 м (Рис.2). Общая картина рельефа обусловлена сочетанием платообразных поверхностей выравнивания и склонов различной крутизны (15-40^{o}), которые характеризуются слабой обнаженностью и широким развитием чехла рыхлых образований.

Геологическое строение

Массив Рай-из имеет серповидную форму, обращенную выпуклой стороной к северу, вытянут по простиранию на 25 км при ширине 15,5 км. Площадь массива составляет около 380 км^{2}, а вертикальный размах превышает 1500 м. В разрезе массив рассматривается как аллохтонная пластина, надвинутая на платформенные комплексы Урала.

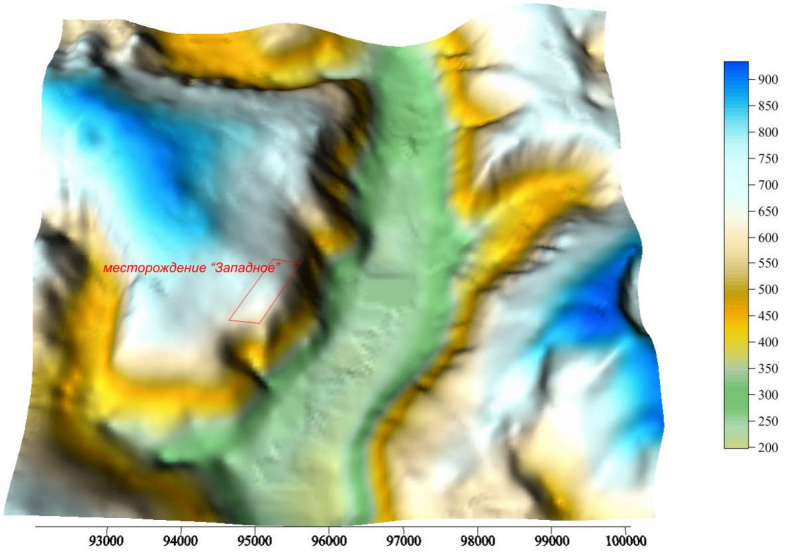


Рис.2. Фрагмент модели рельефа г. Рай-Из

Контакты массива с вмещающей толщей в основном носят тектонический разломный характер. Вмещающая толща представлена также породами основного и ультраосновного рядов полностью метаморфизованных и утративших большую часть признаков осадочного происхождения в ходе весьма продолжительного геологического развития территории. В северной части массива вдоль его тектонических контактов распространены существенно тектонизированные серпентиниты. Вмещающие породы повсеместно метаморфизованы до зеленосланцевой и амфиболитовой фаций.

Среди интрузивных пород, собственно слагающих массив Рай-Из, по петрографическому составу выделяют три ведущих комплекса: гарцбургитовый, дунит-гарцбургитовый и дунитовый

Полезные ископаемые в пределах массива представлены хромовыми рудами, слабо серпентинизированными дунитами, пригодными для производства огнеупоров, рубинами и поделочными камнями (нефриты, жадеититы, калифорниты и др.). Практически все гипербазиты пригодны для производства строительных материалов (бут, щебень).

Хромовое оруденение массива представлено всеми типами руд, однако наиболее распространенными являются вкрапленные разности. Руды относятся к магнезиальному высокохромистому типу. Морфология, условия залегания рудных тел и их внутреннее строение довольно сложные и определяются, с одной стороны, ориентировкой ортогональной системы сколовых деформаций , другой - густотой вкрапленности и крупностью зерен хромшпинелидов или их сростков. В пределах комплекса на массиве выявлены 2 месторождения, 37 рудопроявлений и более 220 пунктов минерализации.

Экзогенные геологические процессы

Важным фактором, определяющим эколого-геологические условия являются также современные экзогенные процессы. Приуроченность территории к зоне развития многолетнемерзлых пород обусловила развитие целого ряда криогенных процессов, таких как: курумообразование, каменные потоки, солифлюкционные потоки и террасы, пятна-медальоны, морозобойное растрескивание. В долинах водотоков отмечено криогенное выветривание, термокарстовые процессы и процессы заболачивания.

Курумообразование распространено практически повсеместно. Курумы представлены дресвяно-глыбово-щебнистыми накопления на склонах различной крутизны (от 3-5° до 40-45°), сложенных скальными породами. Трещинные полигональные образования (пятна-медальоны, каменные многоугольники) формируются в долине р. Макар-Рузь, на участках распространения рыхлых грунтов в сезонно-деятельном слое. Наличие морозобойных трещин приводит к более быстрому промерзанию сезонно талого слоя. В летние месяцы эти места подвергаются более быстрому таянию и формируются новые трещины. Поступление более холодных вод из глубины и связь с мерзлыми грунтами не дает возможности развития корневой системе травянистой растительности, которая начинает расти по краям пятен-медальонов.

Другой формой рельефа, формирующейся в результате сортировки неоднородной грунтовой массы, насыщенной водой, при многократном ее замерзании и оттаивании на наклонных поверхностях является каменные полосы, чередующиеся с полосами из мелкозема. Ширина полос в районе варьируется в пределах от 5 см до 1м.

Солифлюкция проявляется в виде небольших уступов высотой 0,5 м, ограниченного распространения и активизируется только в период формирования сезонно-деятельного слоя и длительных осадков в пылеватых супесях и легких суглинках при их избыточном увлажнении. При обследовании процессы выявлены на пологих задернованных склонах р. Макар-Рузь и ее притоков

Процесс заболачивания распространен повсеместно и вызван, главным образом, затрудненным поверхностным стоком на полого-наклонных равнинах с моховым покровом и периодически повторяющимся в районе центральных и тыловых частей долин русел временных водотоков. Заболачивание проявляется в виде локальных мочажин с размером до 10-15 м

Гидрогеологические условия района

Учет гидрогеологических условий является важным фактором при разработке месторождений и экологической оценке территории. Район исследований расположен на северо-востоке Уральской гидрогеологической складчатой области, в пределах Полярно-Уральского бассейна жильно-блоковых вод. Характерной особенностью района является повсеместное развитие многолетнемерзлых пород (ММП), которые имеют как сплошное, так и прерывистое распространение. В районе исследования выделяются надмерзлотные, межмерзлотные и подмерзлотные воды. Условия района предполагают развитие зоны трещинных вод в пределах интрузивного массива ультраосновных пород и зоны поровых вод.

В долине реки Макар-Рузь выделяется водоносная, локально слабоводоносная таликово-криогенная зона четвертичных отложений. Питание водоносной зоны происходит за счет поверхностных вод, талых вод и атмосферных осадков, в пространственном отношении область питания водоносной зоны четвертичных отложений совпадает с областью ее распространения. Воды безнапорные, на локальных участках могут обладать напором, также могут приобретать напорный характер в зимний период в процессе промерзания. По химическому составу воды гидрокарбонатные, магниевые, натриевые, минерализация 33,82-92,2 мг/дм^3; pH=6,5-7,9; воды очень мягкие.

Слабоводоносная, локально водоносная периодически обводненная зона сезонно-талого слоя. Как правило, сезонно-талый слой не принято рассматривать в качестве самостоятельной гидрогеологической единицы. Однако, особые гидрогеологические условия территории, где сезонно-талый слой является фактически единственной обводненной гидрогеологической структурой, он был выделен в качестве периодически обводненной зоны трещинных вод. Данная зона развита в верхней части разреза на склонах речной долины и на водоразделах. Вмещающими породами являются как дисперсные элювиально-делювиальные отложения, представленные глыбами, щебнем и дресвой с супесчаным заполнителем, так и трещиноватые скальные породы (преимущественно дуниты).

Верхняя граница многолетнемерзлых пород служит локальным водоупором для слабоводоносной, локально водоносной периодически обводненной зоны сезонно-талого слоя. Сезонно-талый слой имеет небольшую мощность от нескольких десятков сантиметров до 2-4 м и проявляется в виде небольших родников, ручейков с расходом до 0,1-0,3 л/с. Питание слабоводоносной зоны происходит за счет талых вод, атмосферных осадков и конденсации водяных паров на поверхностях скальных пород в теплый период года. Воды ультрапресные гидрокарбонатные магниевые, магниево-натриевые с минерализацией 0,33-0,61 г/л, pH 6,5-7,9.

Неводоносная, локально водоносная субкриогенная зона интрузивных пород приурочена к области сплошного распространения многолетнемерзлых пород на возвышенностях, водоразделах с абсолютными отметками 600-800 м, а также на склонах речных долин. Данная зона залегает в пределах массива трещиноватых скальных пород ультраосновного состава. Мощность толщи многолетнемерзлых пород на возвышенных частях рельефа оценивается в 450-470 м, положение нижней границы установлено по косвенным данным на отметке 245 м.

Экологическое состояние поверхностных водотоков и подземных вод в целом для территории исследования оценивается как допустимое. В отдельных водотоках эпизодически наблюдается небольшое превышение содержания иона аммония и показателя окисляемости. Другие показатели, характеризующие санитарно-экологическое состояние природных вод, не превышают нормативных значений.

Мерзлотные условия

Для региона в целом характерно наличие многолетнемерзлых пород преимущественно сплошного распространения, которое прерывается редкими таликовыми зонами сквозного и несквозного характера. Характер распространения мерзлоты в пределах изучаемого района определяется высотной поясностью, наличием крупных водотоков. Термометрические замеры показали, что мощность многолетнемерзлых пород в пределах массива Рай-Из составляет 450-470 м для абсолютных отметок более 500 м и 200-250 м – для отметок менее 500 м. Температуры горных пород составляют от (-3,3) до 1,0°С, фоновые же значения температур на подошве слоя годовых теплооборотов (6-10 м) составляют в среднем от (-1,5) до 0,5°С, однако в пределах крутых наветренных склонов величина их значительно ниже и составляет (-3,5)°С. Это объясняется малой мощностью снежного покрова на этих склонах и как следствие значительным промерзанием горных пород в зимний период.

Ландшафтные особенности

По физико-географическому районированию территория расположена в Малоуральской горной провинции, Уральской горной таежно-тундровой области Уральской ландшафтной страны. В районе выделяются два типа местности: грядово-увалистый и долинно-пойменный.

Местоположение и условия увлажнения территории позволяют отнести ее к урочищам на наиболее возвышенных наклонных, относительно дренированных поверхностях водоразделов, гольцовой зоны, практически лишенных растительности и почвенного покрова. В речных долинах и поймах выделяются урочища на тундровых аллювиально-луговых почвах с мохово-лишайниковыми, осоково-злаковыми и кустарничково-моховыми растительными сообществами.

При выделении типов местности ведущим факториальным признаком являются групповые морфогенетические свойства урочищ. А взаимодействием, используемым для разделения типов местности, является генетическое и морфологическое сходство доминантных и характерных урочищ, тип сочетания литолого-фациальных комплексов и степень дренированности, обусловленная местоположением композиции ландшафтно-образующих процессов. По почвенному районированию территория расположена в Урало-Новоземельской горной провинции тундровых, грубогумусовых фрагментарных почв, входящих, в свою очередь, в зону тундровых глеевых и тундровых иллювиально-гумусовых почв субарктики.

Техногенные факторы

Эколого-геологические условия изменяются наиболее интенсивно на техногенно-освоенных территориях. Основным, и наиболее крупным источником, воз-

действующим на компоненты окружающей среды в районе исследований, является рудник месторождения «Центральное» На руднике ведется эксплуатационная добыча хромовых руд открытым способом, транспортировка руды выполняется автотранспортом по дороге. Наиболее негативно разработка сказывается на трансформации рельефа местности. В пределах этого месторождения сформированы специфические формы рельефа: линейно-транспортный и карьерно-отвальный. На территории других месторождений массива Рай-Из («Юго-Западное I, II,III,IV») в настоящее время выполняются только геологоразведочные работы на локальных участках рудопроявления. Населенные пункты в пределах территории исследований отсутствуют.

УДК 622.014

ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА ПРИ ДОБЫЧЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

В.В. Рудский ИПКОН РАН, Москва

Степень негативного воздействия горного производства на природную среду зависит от многих причин, среди которых следует выделить: 1) технологические, обусловленные комплексом приемов и способов воздействия; 2) экономические, зависящие от экономических возможностей региона в целом и, предприятия, в частности; 3) экологические, связанные с особенностями экосистем, испытывающих это воздействие. Все эти причины тесно связаны друг с другом и, чрезмерное воздействие одной из них, можно компенсировать другой. Например, в горнодобывающем регионе, имеющем солидные отчисления в бюджет, можно компенсировать интенсивность воздействия на среду вложением дополнительных средств, как в модернизацию производства, так и проведение мероприятий по улучшению состояния природной среды.

Важнейшим критерием этой компенсации выступает категория риска, показывающая степень опасности, масштабов и размещения конкретных природных и техногенных источников и факторов риска для географических и эколого-экономических систем, а также устойчивости этих систем, являющихся объектами риска. Под устойчивостью геосистем понимается их способность сохранять и восстанавливать свою структуру и характер функционирования после воздействия природных и антропогенных факторов. В ряде случаев геосистема сопротивляется нарушениям и при этом сохраняет свою структуру, в других случаях она способна самостоятельно восстановиться после прекращения или заметного уменьшения какого-либо воздействия.

Устойчивость эколого-экономических систем определяется по аналогии с устойчивостью географических систем, но содержательно существенно отличается от первой за счет наличия иной структуры и условий функционирования.

Оценка риска рассматривается основой для принятия решений по снижению природных и техногенных угроз указанным системам. Принятие и осуществление таких решений составляет основу процесса управления рисками. Категория экологического риска (экологической опасности) рассматривается в работах различных специалистов, в том числе и географов [1, 2, 3, 4, 5].

Большинство авторов отмечают, что наибольшая степень экологического риска связана с подземными и надземными горными выработками. Значительное количество шахт в настоящее время заброшено, глубина их составляет сотни метров, а площади шахтных полей в Кемеровской, Челябинской, Ростовской областях составляют многие сотни квадратных километров. При этом нарушается целостность определенного объема горных пород, появляются трещины, пустоты и полости, многие из которых заполняются водой. Откачка воды из шахт создает обширные депрессионные воронки, снижается уровень водоносных горизонтов, идет постоянное загрязнение поверхностных и подземных вод.

При карьерных разработках особое влияние испытывает верхняя поверхностная часть литосферы и рельеф местности. Меняются другие компоненты природной среды, ландшафт в целом. Риск возникновения опасных процессов связан с активизацией различных физических, химических, геологических и географических процессов, при этом особое значение уделяется: 1) усилению процессов эрозии почв и образованию оврагов; 2) активизации процессов выветривания, окисление рудных минералов и их выщелачивание, усиливаются геохимические процессы; 3) происходит просадка почво-грунтов, оседание земной поверхности над отработанными шахтными полями; 4) в местах горных разработок происходит загрязнение почв тяжелыми металлами и различными химическими соединениями.

Важнейшим фактором экологического риска при взаимодействии горного производства с окружающей средой в современных условиях выступает усиливающаяся обратная связь, т.е. влияние условий окружающей средой на выбор решений при проектировании, строительстве различных горных предприятий и их эксплуатации.

В современных условиях достаточно сложно дать сравнительную количественную характеристику влияния горного производства и других видов антропогенного воздействия на экологическую ситуацию. Общая схема качественной оценки воздействия отраслей промышленного производства на окружающую среду представлена в таблице. Баллы рассчитываются на основе экспертной оценки, а для ландшафтов балл рассчитывается как среднее арифметическое значений баллов компонентов природной среды.

Таким образом, наиболее сильное негативное воздействие на окружающую среду оказывает горное производство, хотя отдельные отрасли промышленности могут оказывать более сильное воздействие на некоторые природные компоненты и ландшафты.

Таблица

Оценка воздействия промышленного производства на природную среду

Отрасль пром-ти	Компоненты природной среды и ландшафты						
	Атмосфера	Поверх. воды	Подземные воды	Почвы	Биота	Литосфера	Ландшафты
Черная металлург.	5	4	2	3	3	1	3
Цветная металлург.	5	4	2	3	3	1	2
Целлюлозно-бумажная	4	5	2	2	2	0	2
Химическая	5	5	3	3	3	1	3
Энергетика	4	4	2	2	2	1	2
Горнодобывающая	4	4	4	3	3	4	4
Транспорт	4	3	1	3	2	1	2

Баллы воздействия: 5 – очень сильное, 4 - сильное, 3 - среднее, 2 - слабое, 1 – спорадическое, 0 - отсутствие воздействия.

Фактор экологического риска при добыче полезных ископаемых должен обеспечивать возможность:

1) оценки функционирования предприятия в условиях безаварийной эксплуатации;
2) оценки вероятности возникновения аварийных ситуаций;
3) оценки особенностей используемого сырья;
4) оценки безопасности функционирования предприятия в условиях изменения его производственной специализации или модернизации.

Для оценки экологического риска при добыче полезных ископаемых необходимо учитывать следующие показатели: 1) особенности ландшафтной структуры территории; 2) технологические характеристики производственного процесса; 3) особенности используемого сырья; 4) конкретные показатели, характеризующие вредное воздействие предприятия на окружающую среду (например, тяжелые металлы или радиоактивные элементы); 5) обозначенные экологической экспертизой комплексные характеристики экологической безопасности предприятий; 6) стоимостные показатели, отражающие экономический аспект экологического риска [6].

С географической точки зрения оценка риска предполагает выявление и оценку функций и свойств ландшафта, а также разработку предложений по сохранению ландшафта и его компонентов – почв, воды, воздуха, растений и животных, так и эстетических свойств ландшафта. При этом перед географами ставятся следующие задачи: 1) полевое изучение компонентов природы и ландшаф-

тов как целостной динамической системы; 2) определение особенностей влияния природной системы на производственную деятельность людей и различные формы природопользования; 3) оценка качества природной среды, служащие ключевыми моментами планов территориального развития, а также регулирования воздействий на окружающую среду и проведения экспертизы проектов; 4) определение концептуальных положений развития территории на основе географических критериев (структура ландшафта, плотность населения, особенности хозяйства); 5) формулировка мер, направленных на совершенствование процесса природопользования и сохранение природной среды.

Принципиально важным с географических позиций остается вопрос о том, какой уровень риска можно считать приемлемым с точки зрения устойчивости природных и социально-экономических систем и в каких единицах следует его измерять? Это определяется целым комплексом субъективных и объективных факторов. Прежде всего, уровень риска зависит от компромисса между государственными службами, решающими вопросы экологической безопасности, специалистами научной сферы и широкой общественностью. Все они по-разному оценивают степень природной и техногенной опасности, существующей в каждом конкретном регионе. По всей видимости, как такого компромисса между этими структурами быть не может, но иметь свою точку зрения и при этом необходимо вырабатывать общие подходы.

Таким образом, разрабатываемые концепции экологического риска, экологической безопасности – важный инструмент решения проблем сохранения окружающей среды и рационального использования природных ресурсов.

Литература

1. Барабошкина Т.А. Геологические факторы экологического риска – М., 2001. – 48 с.

2. Ваганов П.А. Экологический риск: Учеб. Пособие. СПб, Изд-во СПб университета, 1999. – 116 с.

3. Мягков С.М., А.Л. Шныпарков Концепция риска / Природно-антропогенные процессы и экологический риск. М., Издательский дом «Городец», 2004. – С. 265 – 274.

4. Рудский В.В. Природопользование в горных странах. / Новосибирск: Наука. - 2000. – 207 с.

5. Трофимов В.Т., Зилинг Д.Г. Экологическая геология. Учебник. М., Геоинформмарк. – 2003. – 179 с.

6. Соколов И.В., Церенова К.В. Комплекс характеристик экологической безопасности при добыче полезных ископаемых \\ http://www.sworld.com.ua/konfer27/676.pdf

УДК 556:555.8

ОЦЕНКА НАКОПЛЕННОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ВРЕДА ВОДНЫМ ОБЪЕКТАМ В РАЙОНЕ МЕДНОКОЛЧЕДАННЫХ РУДНИКОВ СРЕДНЕГО УРАЛА

Л.С. Рыбникова, П.А. Рыбников
ИГД УрО РАН

Состояние гидросферы в зонах техногенного воздействия горнодобывающих предприятий Урала – результат прошлой хозяйственной деятельности, в том числе - массового и, зачастую, неконтролируемого закрытия предприятий горнопромышленного комплекса и других опасных объектов. Несмотря на появление ряда нормативных документов, предназначенных для регулирования ситуации в сфере охраны окружающей среды и водных объектов [1, 2], действенные способы выявления и устранения накопленного в прошлом экологического ущерба (исторического загрязнения) отсутствуют. Это негативно сказывается на экологической ситуации в старопромышленном Уральском регионе.

Отработка месторождений полезных ископаемых приводит к возникновению ряда гидрогеологических проблем, специфических для горнопромышленной территории. Основными из них являются: формирование техногенного ландшафта; активизация геохимических и геомеханических процессов; деформирование массива горных пород; формирование новых свойств массива горных пород; изменение условий питания-разгрузки подземных вод; увеличение скорости массоводообмена; изменение направления потоков энергии и вещества; изменение условий взаимосвязи с поверхностной гидросферой.

В период отработки рудника причинами этого являются: дренажный водоотлив; увеличение масштабов естественной дренируемости (в десятки и сотни раз); образование обширных депрессионных воронок; формирование техногенной зоны аэрации большой мощности; изменение направления движения подземных вод; увеличение скорости и расходов движения подземных вод; увеличение мощности зоны активного водообмена.

После завершения отработки начинается постэксплуатационный этап – этап постмайнинга (обычно это означает прекращение водоотлива и мокрую консервацию рудника), продолжительность которого во много раз больше периода отработки. На этом этапе происходит принципиальное изменение гидродинамической и гидрохимической обстановки в пределах горнопромышленных районов, сложившейся в течение десятилетий отработки: затопление горных выработок; заполнение депрессионной воронки; подтопление прилегающих территорий; формирование очагов сосредоточенной разгрузки кислых вод; образование техногенных родников и водоемов с токсичными водами; загрязнение подземных вод; скрытое (латентное) загрязнение поверхностных вод; создание угрозы утраты питьевых водозаборов дренажных подземных вод.

1. Формирование очагов сосредоточенной разгрузки кислых шахтных вод

В районе затопленных медноколчеданных рудников Среднего Урала сформировались техногенные водоемы и родники с кислыми водами (pH около 3) специфического состава – характерные данные приведены в таблице. Расход такой разгрузки составляет около половины от расхода дренажного водоотлива при отработке [3].

Таблица

Показатели состава техногенных водоемов и родников затопленных рудников

Объект	Расход, $дм^3/с$	Показатели, $г/дм^3$			
		SO_4^{2+}	$Fe_{общ}$	Zn^{2+}	Cu^{2+}
Фон		$2*10^{-2}$	$3*10^{-4}$	$4*10^{-5}$	$2*10^{-5}$
Левихинский рудник	30	16,4	3,2	1,2	0,02
Дегтярский рудник	33	7,4	0,9	0,12	0,01

Нейтрализация кислых шахтных вод медноколчеданных рудников осуществляется за счет средств областного бюджета по программе «Экология и природные ресурсы Свердловской области» (затраты около 300 тыс.руб. в день).

2. Скрытое (латентное) загрязнение поверхностных вод

Дренажные воды действующих и затопленных рудников являются одним из основных источников загрязнения подземных и поверхностных вод. Результаты количественной оценки масштабов техногенного массопереноса в гидросфере горнопромышленной территории показали [4], что формирование качества подземных и поверхностных вод в районах горнодобывающих комплексов происходит при ведущей роли скрытого (латентного, или диффузного) загрязнения гидросферы. Организованный сброс компонентов-загрязнителей в пределах водосборной территории горнопромышленного региона сопоставим с диффузным (рассредоточенным) стоком только в районах крупных городов.

Наиболее значительное увеличение массы компонентов в гидросфере происходит на участке развития техногенеза горнопромышленного профиля, характеризующегося наличием отработанных и затопленных рудников, содержащих высокотоксичные шахтные воды; загрязнением подземных вод в районе затопленного рудника и их миграцией к местным дренам – в реки, что приводит к существенному ухудшению качества подземных и поверхностных вод.

3. Увеличение скорости массо-водообмена

На этапе постмайнинга после затопления рудника состав шахтных вод по сравнению с этапом отработки изменяется, кроме того, отмечается существенно нестационарный гидрохимический режим. На рисунке приведены концентрации цинка в техногенном водоеме Левихинского рудника: после существенного роста в первые годы после затопления («first flush» по принятой в англоязычной литературе терминологии [5]) начинается постепенное снижение, которое продолжается несколько лет, но пока не достигло уровня, сформировавшегося в период водоотлива. Резкий рост содержания большинства компонентов в шахтных водах

обязан растворению «вторичных сульфатов, или неосульфатов», которые образовывались в течение десятилетий отработки в техногенной зоне аэрации мощностью десятки и сотни метров. Такие изменения приводят к тому, что суммарный ежегодный вынос компонентов на этапе постмайнинга существенно возрастает.

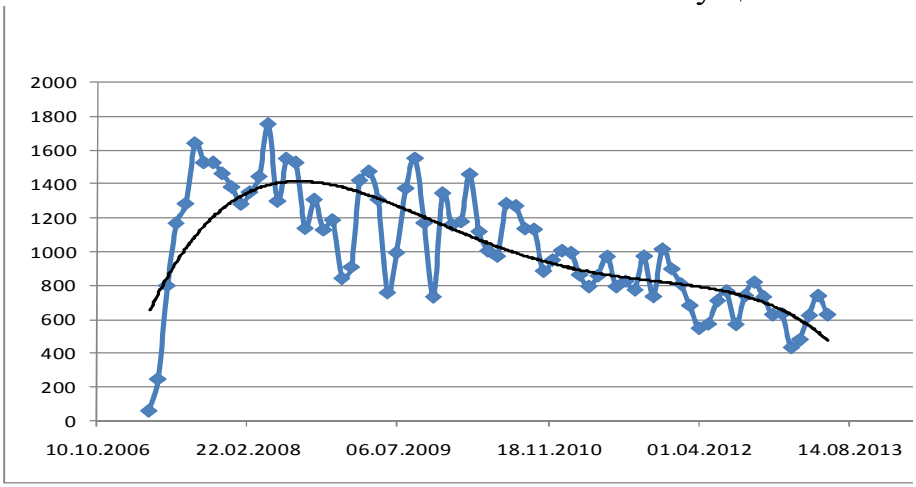


Рис. – Изменение содержания цинка (мг/дм^3) в шахтных водах на этапе постмайнинга (при эксплуатации 413 мг/дм^3)

4. Формирование новых свойств массива горных пород

Пространственная структура, граничные условия потока и параметры пласта имеет принципиальные отличия в естественных условиях, на этапе отработки и после ее завершения, что необходимо учитывать при геофильтрационной схематизации условий формирования потока подземных вод в области влияния отрабатываемых и ликвидируемых рудников Среднего Урала.

Закономерности изменения фильтрационных и емкостных свойств массива горных пород, условий питания подземных вод в области влияния отрабатываемых и ликвидируемых рудников горноскладчатого Урала зависит не только от геоморфологических и геологических факторов, но и от способа отработки полезного ископаемого (открытый, подземный или комбинированный; с закладкой выработанного пространства или с обрушением кровли).

Процесс формирования фильтрационной зональности массива горных пород в пределах горнопромышленной территории определяется напряженно-деформированным состоянием массива. В зонах обрушения развивается техногенная трещиноватость, что приводит к росту проницаемости массива горных пород на один – два порядка, увеличению трещинной пористости и площадного питания в несколько раз [6]. Именно это является основной причиной формирования зон подтопления на этапе постмайнига.

Выводы

Массовое закрытие горонодобывающих предприятий в России в конце 90-х годов, в том числе рудников Среднего Урала, предопределило необходимость решения специфических гидрогеологических проблем постмайнинга и оценки эколого-гидрогеологических последствий затопления шахт и рудников.

Наиболее опасными с экологической точки зрения являются действующие и ликвидированные медноколчеданные рудники, причем отрицательные экологические явления могут проявлять себя спустя годы. Причинами этого являются инерционность процессов загрязнения и большое количество источников; на этапе постмайнинга появляются новые источники загрязнения – затопленные шахты и карьеры.

Формирование гидросферы горнопромышленного района происходит под влиянием скрытого (латентного) загрязнения, роль которого возрастает на этапе постмайнинга - после ликвидации (мокрой консервации) рудников, особенно на водосборах малых рек: ведущим источником поступления компонентов-загрязнителей в поверхностную гидросферу является диффузный сток, формирующийся на площади водосбора старопромышленного района как поверхностным, так и подземным путем.

Геомеханические процессы в пределах горнопромышленной территории формируют новые свойства массива горных пород. В зонах обрушения развивается техногенная трещиноватость, что приводит к росту проницаемости, значительному увеличению емкостных свойств массива горных пород, увеличению площадного питания в несколько раз. Масштаб и интенсивность подтопления на этапе постмайнинга определяются видом и интенсивностью горнопромышленной деятельности на этапе отработки месторождения полезных ископаемых и степенью нарушенности территории после прекращения водоотлива.

Неблагополучная экологическая ситуация в таком старопромышленном регионе как Уральский определяется в значительной мере тем, что отсутствует действенный механизм ликвидации накопленного (исторического) экологического ущерба.

Литература

1. ГОСТ Р 54003-2010 «Экологический менеджмент. Оценка прошлого накопленного в местах дислокации организаций экологического ущерба» Утвержден Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 ноября 2010 г. N 594-ст.

2. Методика исчисления размера вреда, причиненного водным объектам вследствие нарушения водного законодательства». Утверждена приказом Минприроды России от 13 апреля 2009 года N 87. Зарегистрировано в Министерстве юстиции Российской Федерации 25 мая 2009 года, регистрационный N 13989.

3. Рыбникова Л.С., Фельдман А.Л., Рыбников П.А. Проблемы инженерной защиты гидросферы при отработке и ликвидации рудников Среднего Урала (на примере Левихинского рудника)//Водное хозяйство России, 2011, № 2. С. 58-71.

4. Рыбникова Л.С. Техногенное воздействие горнодобывающих предприятий Урала на состояние гидросферы//Водное хозяйство России. 2012. №1. С. 74-91.

5. Wolkersdorfer Christian. Water management at abandoned flooded underground mines. Fundamentals. Tracer tests. Modelling. Water treatment. Springer, 2008. 465 p.

6. Рыбникова Л.С., Фельдман А.Л., Рыбников П.А. Последствия затопления медноколчеданных рудников Среднего Урала: формирование гидрогеологических условий//Проблемы недропользования: Сборник статей. Отдельный выпуск Горного информационно-аналитического бюллетеня (научно-технического журнала) – М.: Издательство «Горная книга» - 2011. - №ОВ11. С. 459-470.

УДК: 550.4.02

ПРОБЛЕМЫ ПРЕЕМСТВЕННОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Сагателян А.К., Саакян Л.В., Беляева О.А., Тепаносян Г.О.
Центр Эколого-ноосферных исследований НАН РА

Развитие методов и технологий химического анализа происходит по пути закономерного изменения лабораторной техники и операционных процедур. В свете этих изменений в настоящее время важным становятся задачи сравнимости, сопоставимости и обеспечения преемственности баз данных, созданных в результате систематических исследований окружающей среды. Актуальность данных задач обусловлена существенными различиями методов опробования, пробоподготовки и химического анализа, используемых при осуществлении исследований на протяжении многих лет.

Отмеченные проблемы актуальны также в эколого-геохимических исследованиях, в связи с богатым геохимическим наследием бывшего Советского Союза и наличием нового оборудования. В частности, в бывшем СССР в эколого-геохимических исследованиях горнорудных и городских территорий широко использовался приближенно-количественный и количественный спектрально-эмиссионный анализ (СЭА), тогда как в настоящее время большое распространение получил международный утвержденный метод рентгенофлуоресцентного анализа (РФА). Для обеспечения преемственности результатов эколого-геохимических исследований необходимо разработать промежуточное методическое звено.

Цель данного исследования обеспечить преемственность эколого-геохимических исследований разных лет, посредством преобразования данных геохимических исследований, полученных разными методами химического анализа, и определением степени сопоставимости эколого-геохимических карт (на примере Республики Армении).

В Армении эколого-геохимические исследования городских территории, в частности почв, были начаты в 1979 г., с начала 1989 г. они систематически проводились Центром эколого-ноосфеных исследований НАН РА [2, 3, 4]. Многолетние исследования привели к накоплению большого фактического материала и коллекции дубликатов проб почв ряда городов республики.

Эколого-геохимические исследования осуществлялись в течение десятков лет и педогеохимические съемки проводились согласно единой методике [1]. Однако аналитические работы проведены разными методами: до 2012г. был использован СЭА, а с 2012 г. – РФА. Для оценки динамики изменения пространственного распределения содержаний тяжелых металлов в почвах и соответствующего экологического риска, необходимо определение степени сопоставимости результатов СЭА и РФА для обеспечения преемственности геохимических исследований. Для определения степени сопоставимости результатов анализов одних и тех же субстратов, применяются повторное опробование и анализ проб, анализ дубликатов базовых проб, а также статистические методы.

С целью нормирования результатов СЭА по данным РФА применялась методика, описанная в US EPA 6200 [5], согласно которой нормируются точность результатов анализов. Для приближения двух разных значений используется коэффициент нормализации, который вычисляется как отношение средних арифметических сгруппированных результатов РФА и СЭА [5].

Предварительное использование данной методики дало существенные результаты как для горнорудных, так и городских территорий. В частности, в результате сопоставления исходной и новой геохимической карты-схемы суммарного загрязнения почв, построенной на основе нормированной базы данных г. Каджарана, выяснилось, что территориальная локализация уровней загрязнения совпадают более чем на 80%. В случае г. Еревана нормированию подверглись базы данных геохимический съемок 1989 и 2002 гг. Сравнение прежних и новых моноэлементных карт-схем загрязнения Pb, Cu и Zn, построенных в результате нормирования, выявило совпадение территориальной локализации уровней загрязнения в случае 1989 г. Pb - 84.5%, Cu - 91%, Zn - 86%, в случае 2002 г.: Pb - 76,3%, Cu - 92,7%, Zn - 72%

Таким образом, на основе полученных данных можно констатировать, что рассматриваемая методика сопоставления данных, полученных различными методами анализа, применима для обеспечения преемственности результатов геохимических исследований.

Литература

1. Методические рекомендации по геохимической оценке загрязнения территорийго родов химическими элементами. / Б.А. Ревич и др. – М.: Изд-во ИМГРЭ, 1982 г., 112с.

2. Сагателян А.К**.** Геворкян В.Ш., Аревшатян С.Г. Саакян Л.В. Эколого-геохимическая оценка состояния окружающей среды города Каджарана. Ер.: Изд-во Центра эколого-ноосферных исследований НАН РА, 2008, 200 с.

3. Сагателян А.К., Саакян Л.В., Микаелян М.Г., Беляева О.А. (2010) Эколого-геохимический анализ рисков влияния горно-рудной промышленности на устойчивое развитие в Армении, Известия РАН, Серия Географическая, 2010, № 5, с 87-93

4. Saghatelyan A.K., Sahakyan L.V. with co-authors (2010) Medical and Environmental problems of Kajaran copper-molybdenum mining of Republic of Armenia.

Coll. Monogr. Medical Geology: Current Status and perspectives, (Editor-in-Chief Iosif F. Volfson), “Gers”, 2010, 216p.

5. US EPA Method 6200. Field portable x-ray fluorescence spectrometry for thedetermination of elemental concentrations in soil and sediment, 2007 http://www.epa.gov/osw/hazard/testmethods /sw846/pdfs/6200.pdf

УДК 574.58(282.256.176)+574.632

ВЛИЯНИЕ ГОРНЫХ РАБОТ НА ЗООБЕНТОС ВОДОТОКОВ ПРИПОЛЯРНОГО УРАЛА

Л.Н. Степанов
Институт экологии растений и животных УрО РАН

В результате интенсивного промышленного освоения северных регионов увеличиваются нагрузки на все составляющие структурной организации экосистем. Биологические характеристики состояния водных объектов (видовое разнообразие, структура, динамика численности и биомассы сообществ животных, растений и т.д.) являются «интегрирующими показателями» всех изменений за продолжительный промежуток времени. Добыча полезных ископаемых в долинах рек оказывает негативное многофакторное воздействие на водные экосистемы и ведет к нарушению сложившегося экологического равновесия. Средняя величина естественной мутности в горных реках Урала в период летней межени составляет 2–5 г/л [1, 2]. Разработки россыпных месторождений золота в бассейнах рек открытым гидромеханизированным способом влекут за собой существенное изменение в режиме твердого стока: идет увеличение содержания органических и минеральных взвесей в воде. Мутность воды может возрастать в десятки, и даже, сотни раз.

Изучение закономерностей структурной организации сообществ зообентоса в условиях проявления природных и антропогенных факторов является важной составляющей мониторинговых наблюдений за состоянием водных объектов. Видовой состав и количественные характеристики донных беспозвоночных служат хорошими показателями загрязнения грунта и придонного слоя воды, и широко применяются в различных системах биоиндикации и гидробиологического мониторинга за состоянием водных экосистем [3].

Изучение макрозообентоса проводилось в 2004-2011 гг. в верхнем течении р. Маньи и ее притоках. Гидробиологическую съемку осуществляли по стандартным методикам. Глубина реки в местах отбора проб изменялась от 0,4 до 1,0 м; скорость течения – от 0,5 до 0,8 м/с. Пробы фиксировали 4 %-ым раствором формальдегида. Дальнейшая обработка материала проводилась в лабораторных условиях согласно общепринятым методикам [4, 5].

Река Манья (приток третьего порядка р. Северная Сосьва, бассейн р. Оби) относится к водотокам высшей рыбохозяйственной категории. В ней находятся

нерестилища ценных сиговых рыб [6]. Длина реки 123 км, площадь бассейна 4060 км^2. Основные притоки – рр. Няртаю и Хобею. В верхнем и среднем течении характер реки горный. Долина узкая, пойма слабо заболочена. Озерность водосбора менее 1 %. Питание ее осуществляется главным образом за счет талых снеговых вод, а также грунтовых вод оттаиваемого деятельного слоя вечной мерзлоты. По химическому составу вода р. Маньи и ее притоков слабоминерализованная, мягкая, гидрокарбонатного класса, кальциево-натриевой группы.

В составе зообентоса р. Маньи выявлено 123 вида и таксона более высокого ранга. Отмечены представители 16 систематических групп (табл. 1).

Таблица 1

Таксономический состав зообентоса р. Маньи и ее притоков

Группа	Число видов	Группа	Число видов
Nematoda	1	Trichoptera	22
Oligochaeta	10	Tipulidae	1
Ostracoda	1	Limoniidae	3
Hydracarina	5	Simuliidae	8
Collembola	1	Heleidae	3
Ephemeroptera	14	Athericidae	1
Plecoptera	11	Empididae	2
Coleoptera	5	Chironomidae	35

Видовое богатство и количественные показатели зообентоса определяли личинки амфибиотических насекомых: двукрылых, ручейников, поденок и веснянок – 84,6% от общего числа таксонов. Наиболее разнообразно представлены хирономиды. На галечно-валунных грунтах реки выше разработок плотность гидробионтов определяли поденки (рис. 1). Доминировали виды сем. Baetidae. В среднем за время исследований 84,5% общей численности зообентоса приходилось на долю поденок, мошек и хирономид.

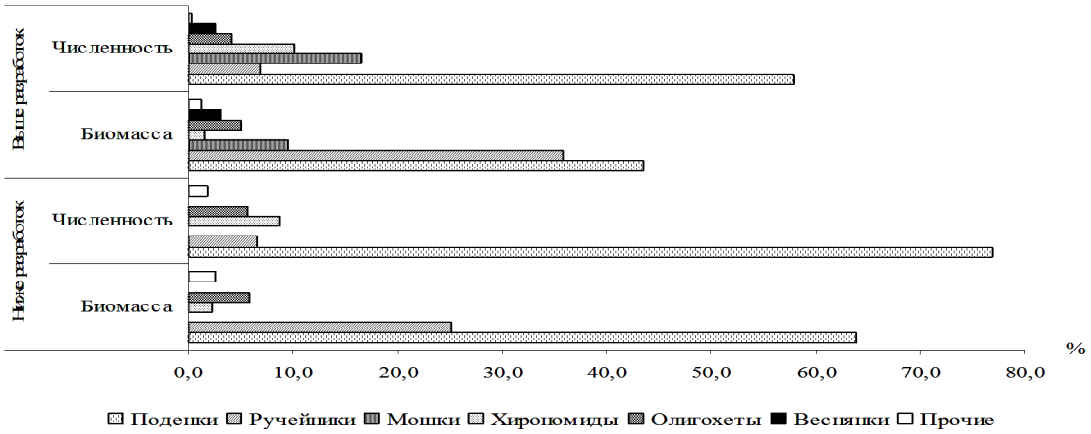


Рис. 1 - Структура зообентоса на разных участках р. Маньи.

Ведущую роль в создании биомассы играли поденки и ручейники – 79,5% от суммарной биомассы всего зообентоса. Структуру комплекса доминирующих по биомассе организмов определяли личинки поденок. Число видов и форм зоо-

бентоса на участках реки выше разработок в разные годы составляло от 20 до 45. Средние значения численности и биомассы составили 1465 экз./м^2 и 4,25 г/м^2.

На участках реки, расположенных ниже проведения горных работ, происходит снижение количественных показателей развития донной фауны (табл. 2). Из ее состава выпадают личинки мошек и ручейников сем. Arctopsychidae. Значительно снижается роль веснянок. Число таксонов в разные годы изменялось от 3 до 16. Плотность и биомассу зообентоса определяли поденки (рис. 1). Доминировали представители сем. Baetidae. Средние величины численности (655 экз./м^2) и биомассы (1,40 г/м^2) зообентоса ниже, чем на участках реки, расположенных выше разработок.

Таблица 2

Динамика численности и биомассы зообентоса на разных участках р. Маньи

Год	*Выше р. Нярtаю		Ниже р. Нярtаю		Ниже р. Хобею		*Среднее течение	
	N	B	N	B	N	B	N	B
2004	1493	2,95	872	1,02	-	-	1380	2,63
2005	1193	3,66	1160	2,62	-	-	1317	2,70
2006	1064	4,46	462	1,22	-	-	1280	3,58
2007	727	2,64	162	0,41	383	1,21	1048	2,96
2008	2164	6,39	296	1,04	929	1,48	1483	6,09
2011	2146	5,40	-	-	1183	2,72	2052	5,63

Примечание. N – численность, экз./м^2; B – биомасса, г/м^2; * – антропогенное воздействие не сказывается.

Влияние добычи золота на донную фауну на расстоянии 50–60 км (среднее течение) ниже разработок не сказывается. В ее составе отмечены представители практически всех групп беспозвоночных животных, определенных в р. Манье.

Воздействие горных работ на сообщества зообентоса в притоках р. Маньи, где ведутся разработки, проявляется в большей степени (рис. 2) [7, 8].

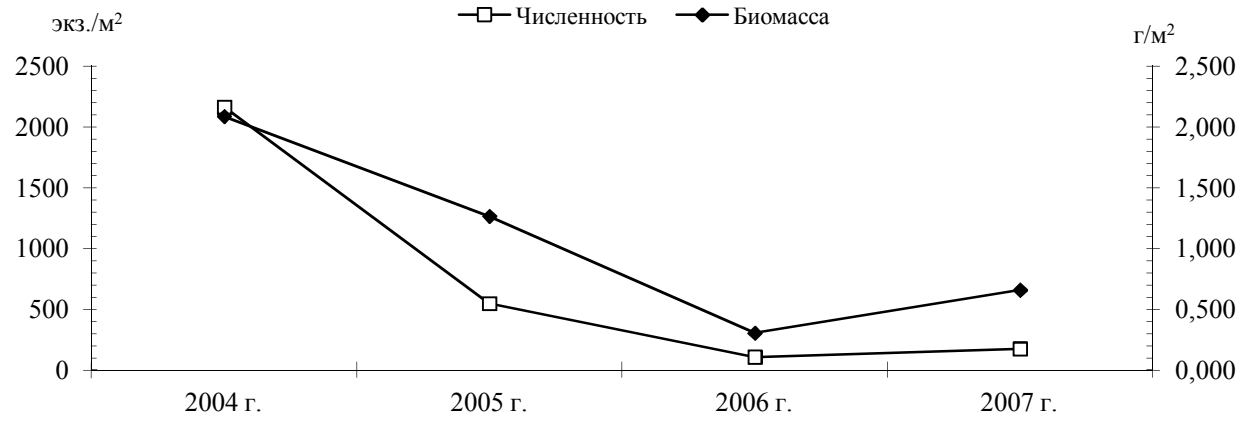


Рис. 2. Межгодовая динамика зообентоса р. Нярtаю ниже разработок

Проведенные исследования показали, что фауна донных беспозвоночных р. Маньи и ее притоков характеризуется высоким уровнем видового разнообразия. Качественное богатство и количественные показатели развития зообентоса определяли личинки амфибиотических насекомых: двукрылых, ручейников, поденок и веснянок, на долю которых приходилось более 90% численности и биомассы всего бентоса. Повышенное содержание взвешенных веществ в воде, концентрация которых превышает естественную в десятки раз, и аккумуляция минеральных наносов на коренных грунтах реки становятся для обитателей речного дна новым негативным экологическим фактором. Разработка россыпных месторождений привела к глубоким изменениям в структуре донных биоценозов. В районе разработок донные беспозвоночные отсутствовали или встречались единично. На участках р. Маньи ниже проведения горных работ число видов зообентоса сократилось в 4–6 раз. Численность гидробионтов снизилась в среднем в 2,2 раза, биомасса – в 3 раза. Показатели численности и биомассы беспозвоночных на участках реки, не подверженных антропогенному воздействию, находятся в пределах естественных колебаний и определяются гидрологическими условиями и жизненными циклами доминирующих видов и форм.

Работа выполнена при поддержке программ Президиума УрО РАН: проекты №2-М-23457-20041 и № 12-П-47-2013.

Литература

1. Богданов В.Д., Добринская Л.А., Лугаськов А.В. и др. Экологическое изучение экосистемы реки Маньи: Препринт. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1982. 66 с.

2. Воронин Р.Н., Дегтева С.В., Лавренко А.Н. и др. Влияние разработки россыпных месторождений Приполярного Урала на природную среду. Сыктывкар, 1994. 171 с.

3. Баканов А. И. Количественная оценка доминирования в экологических сообществах // Рук. деп. в ВИНИТИ. № 8593 – В87. Борок, 1987. 63 с.

4. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. 1975. М.: Наука. 240 с.

5. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. Л.: Гидрометеоиздат, 1983. 239 с.

6. Богданов В.Д., Мельниченко И.П. Роль реки Маньи в воспроизводстве запасов сиговых рыб Нижней Оби // Аграрный вестник Урала. 2010. №11–1 (77). С. 49–52.

7. Степанов Л.Н. Влияние разработок россыпных месторождений золота на зообентос горных рек Приполярного Урала // Вестник КрасГАУ. 2009. №12. С. 100-104.

8. Степанов Л.Н. Фауна донных беспозвоночных животных реки Хобе-Ю (Приполярный Урал) в условиях антропогенного воздействия // Водное хозяйство России. 2011. № 6. С. 51–61.

ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕГРАЛЬНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ГОРНОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И ГОРНОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

А.Ф. Фадеичев, Е.М. Цейтлин
ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

По сравнению с прочими промышленными комплексами, горные предприятия оказывают наиболее разностороннее воздействие на все элементы геосферы: литосферу, гидросферу, атмосферу, биосферу, а также на социосферу.[1,2] В современных условиях ограниченности ресурсов, в том числе для решения экологических задач, объективная оценка уровня экологической безопасности того или иного технологического или организационного решения, предприятия в целом является насущной необходимостью.

Существует три принципиально различных подхода к оценке экологической безопасности промышленных объектов: подход, основанный на показателях нормирования[3]; подход, базирующийся на оценке экологического риска [4]; эколого-экономический подход, основанный на методе «интегрального критерия» [5]. Основные недостатки существующих подходов [6, 7] заключаются в сложности учета специфики воздействий промышленных объектов; затруднительности обоснования приоритетных экологических задач для предприятия; субъективности ранжирования предприятий по степени экологической опасности.

Таким образом, разработка метода комплексной оценки экологической безопасности горного производства с целью оптимизации его негативного воздействия на окружающую среду с учетом уже имеющихся на сегодня научных подходов является актуальной задачей. Под оптимизацией негативного воздействия горного производства понимается выбор наиболее эффективных инженерно-технических мероприятий для решения приоритетных экологических задач предприятия на основе оценки экологической безопасности горного предприятия.

Экологическое воздействие горного производства в значительной мере обусловлено видом полезного ископаемого, условиями залегания, объемами и технологией добычи и переработки, а также географо-экономическим положением объекта.

Оптимизация негативного воздействия горного производства на окружающую среду будет проходить в 2 этапа: 1) комплексная оценка экологической безопасности горного производства и выбор его приоритетных экологических задач; 2) выбор наиболее эффективного природоохранного мероприятия, внедрение которого позволит оптимизировать негативное воздействие горного производства на окружающую среду.

Для определения степени экологической безопасности необходимо комплексно оценить негативное воздействие горного предприятия на окружающую

среду. При этом степень экологической безопасности тесно связана со степенью экологической опасности. Чем выше экологическая опасность, тем ниже экологическая безопасность. Оценка экологического воздействия предприятия на окружающую среду подразумевает проведение оценки его воздействия на все элементы биосферы: литосферу, атмосферу, гидросферу и биоценозы и зооценозы. Оценку экологической опасности производства предлагается производить по четырем базовым факторам, а также по трем дополнительным факторам. Под базовыми факторами понимают факторы, характерные для любого предприятия, под дополнительными - факторы, учитывающие специфику горного производства (главным образом это вид полезного ископаемого). Все показатели имеют разные шкалы оценки и разный физический смысл и требуют сравнивания друг с другом. Мерой каждого показателя на начальном уровне является его качественное описание.

Количественное описание системы, которое используется для принятия решения, можно представить в виде целевой функции [8,9,10,11]:

$$N_{ij} = \lambda_{ij}\left(1 - \frac{k_{ij\max} - k_{ij}}{k_{ij\max}}\right) \cdot \left(1 - \frac{\sum_{t=1}^{n} \frac{p_{tj\max} - p_{tj}}{p_{tj\max}}}{n}\right), \quad (1)$$

где N – интегральный показатель экологической опасности горного производства, λ_{ij} - показатель весомости базового фактора k_{ij} – значение интенсивности воздействия фактора на элемент биосферы,
$k_{ij\max}$–максимально возможный уровень воздействия фактора на окружающую среду, p_{ti} – величина интенсивности воздействия фактора, учитывающего специфику горного производства на *j*-й элемент биосферы, определенная экспертным методом; $p_{ti\max}$ – максимальная величина интенсивности воздействия фактора, учитывающего специфику горного производства; *t* –фактор воздействия, учитывающих специфику горного производства; *n* - количество факторов воздействия, учитывающих специфику горного производства; *i* – базовый фактор. Интегральный показатель N является безразмерной величиной и может принимать значения от 0 и выше. Показатель весомости базового фактора λ определяет вклад базового фактора в воздействие на элемент биосферы.

Данный показатель рассчитывается для каждого из элементов биосферы. Затем рассчитывается суммарный интегральный показатель экологической опасности всех факторов воздействия на элемент биосферы. Расчет суммарного интегрального показателя экологической опасности для элемента биосферы производится по (2)

$$N_{fij} = N_{1j} + N_{2j} + N_{3j} + \ldots + N_{ij} \quad , \quad (2)$$

где N_{fij} – суммарный интегральный показатель экологической опасности для элемента биосферы.

Интегральный показатель экологической опасности всех факторов воздействия является критерием выбора элемента биосферы, на который горное предприятие оказывает преимущественное воздействие.

Предлагаемый подход позволяет не только выявлять приоритетные экологические задачи для горного предприятия, но и ранжировать основные источники воздействия горных предприятий на окружающую среду (например, отвалы, обогатительная фабрика, карьер, шламохранилище и т.д.). Алгоритм выбора наиболее экологически опасных источников воздействия аналогичен алгоритму выбора приоритетных экологических задач.

Автором была разработана шкала оценки уровня экологической опасности горного предприятия (табл.):

Таблица

Шкала оценки степени экологической опасности

Уровень негативного воздействия	Очень низкое	Низкое	Среднее	Высокое	Очень высокое	Чрезвычайно высокое
Количество баллов	0-0,20	0,21-0,40	0,41-0,60	0,61-0,80	0,81-1,00	>1

Критерием определения экологической безопасности горного предприятия является интегральный показатель экологической опасности фактора, для которого данный показатель максимален, то есть фактора, вносящего наибольший вклад в загрязнение окружающей среды предприятием.

После оценки экологической безопасности предприятия и определения его приоритетных экологических задач необходимо выбрать несколько мероприятий, которые способны решить данные задачи, а затем определить наиболее эффективное мероприятие, внедрение которого наиболее экологически оптимально и эффективно. Для этого необходимо определить суммарный интегральный показатель экологической опасности каждого из мероприятий. То мероприятие, для которого данный показатель минимальный, и будет наиболее эффективным.

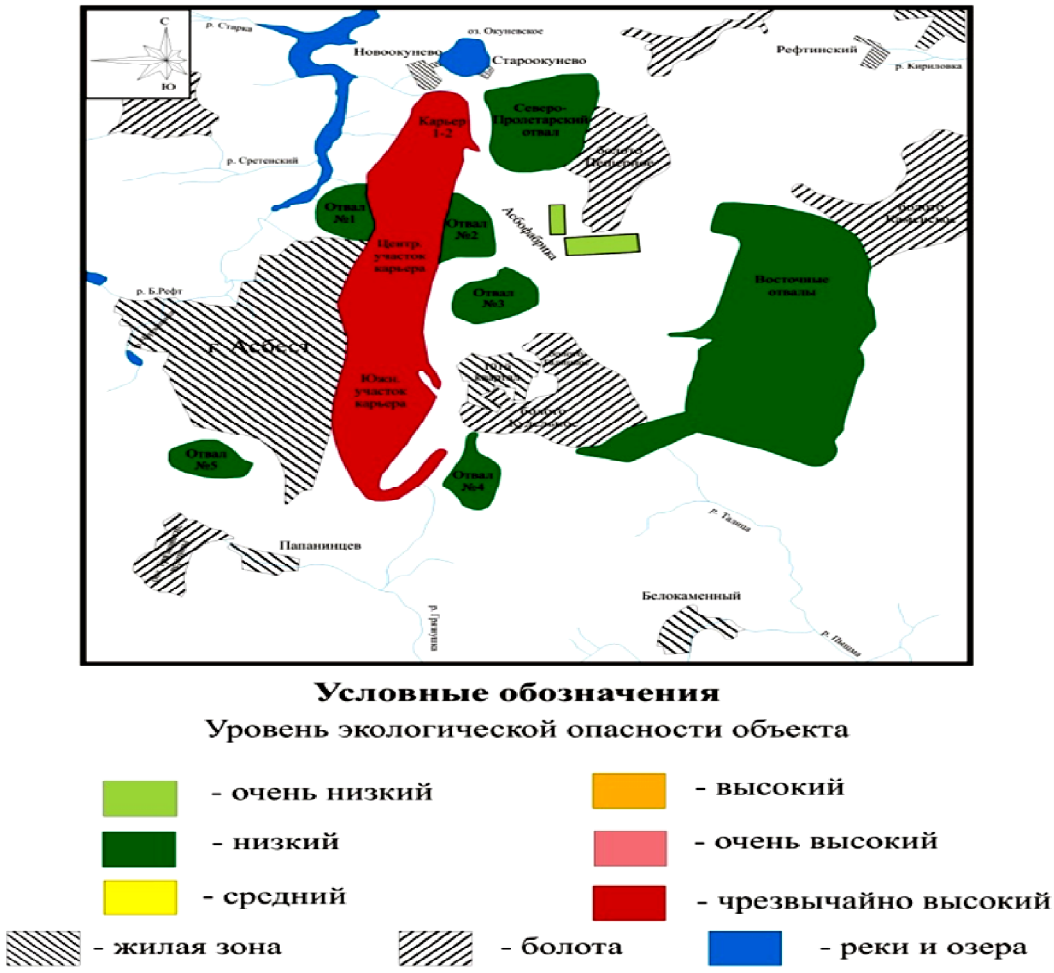
Очень часто на производстве при строительстве или реконструкции технологических объектов перед руководством встает вопрос обоснования наиболее экологически безопасных технологических параметров конкретного объекта. Для этого также может быть рекомендован метод «интегрального показателя экологической опасности». Расчет данного показателя производится по (3). Данный подход также позволяет определять приоритетные объекты на горном предприятии, которые оказывают наибольшее воздействие на окружающую среду.

В качестве примера рассмотрим ОАО «Ураласбест», где ведется добыча и переработка асбестосодержащей руды. Данное предприятие является достаточно типичным примером горных предприятий Уральского региона. Производственная деятельность ОАО «Ураласбест» оказывает воздействие на атмосферу, гидросферу и литосферу. При этом ежегодно на комбинате наблюдаются превышения по

сбросу соединений азота вместе с дренажными водами из карьера в реку Рефт. Результаты расчета интегрального показателя экологической опасности для каждого фактора по элементам биосферы для ОАО «Ураласбест» показали, что снижение концентрации азотсодержащих веществ является приоритетной экологической задачей для ОАО «Ураласбест». Уровень экологической опасности ОАО «Ураласбест» на окружающую среду чрезвычайно высокий.

Кроме того, в рамках проводимых исследований выявлены приоритетные объекты, которые оказывают преимущественное воздействие на окружающую среду, и построена схематическая карта, на которой графически отражены уровень экологической опасности каждого из объектов. В качестве основных объектов-загрязнителей окружающей среды были выбраны отвалы, карьер и обогатительная фабрика. Был проведен расчет интегрального показателя экологической опасности для каждого из объектов. Результаты показаны на рис. 1.

Сотрудниками кафедры инженерной экологии Уральского государственного горного университета в 2012 году была проведена экспертная оценка различных физико-химических, химических и биологических методов очистки сточных вод от соединений азота [12]. На основании проведенного анализа выбраны три метода очистки дренажных вод, наиболее приемлемые для условий ОАО «Ураласбест»: с использованием гипохлорита натрия, с помощью биологической очистки по технологии ОАО «НИИ ВОДГЕО», и с помощью биологической очистки по технологии Anammox. Для сравнительной оценки экологической безопасности предлагаемых методов очистки выполнен расчет интегрального показателя экологической опасности каждой из предложенных технологий. Проведенная оценка показала, что наибольшей экологической безопасностью обладает метод биологической очистки по технологии Anammox.



Масштаб 1:170000

Рис. 2.- Схематическая карта уровня экологической опасности объектов ОАО «Ураласбест»

При строительстве или реконструкции технологических объектов перед предприятием встает вопрос обоснования наиболее экологически безопасных технологических параметров конкретного объекта. В частности, при обосновании параметров отвалообразования, среди прочего встает вопрос, что экологически безопаснее: отсыпать отвал с увеличением его высоты при неизменной площади основания отвала (вариант 1) или с увеличением площади основания отвала при неизменной высоте (вариант 2). В данном случае рассмотрены крайние варианты. Установлено, что уровень экологической безопасности первого варианта выше уровня второго варианта почти в 6 раз.

В результате проведенных исследований предложен новый подход к оценке воздействия горного предприятия на окружающую среду и экологической безопасности самого предприятия, базирующийся на комплексе разнокачественных экологических, технологических и геологических факторах. Данный подход позволяет ранжировать предприятия по степени экологической безопасности, выявлять приоритетные экологические задачи горных предприятий, искать наиболее эффективные инженерно-технические мероприятия, способные решить данные

задачи, выбирать наиболее экологически безопасные технологические параметры для технологических решений. Предложенный метод может быть использован не только для горных предприятий, но для предприятий других отраслей с учетом их специфики.

Литература

1. Хохряков А.В., Фадеичев А.Ф., Цейтлин Е.М., Динамика изменения воздействия ведущих горных предприятий Урала на окружающую среду // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. 2011. №8. С. 44-53
2. Динамика негативного воздействия на окружающую среду на разных стадиях развития горного производства / А.Ф. Фадеичев, А.В. Хохряков, Н.В Гревцев, Е.М. Цейтлин // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. 2012. №1, С. 39-46
3. Федеральный закон от 10 января 2002 г. N 7-ФЗ "Об охране окружающей среды" с изменениями от 25.06.2012
4. Акимов В.А., Лесных, В.В., Радаев Н.Н. Риски в природе, техносфере, обществе и экономике.– М.: Деловой экспресс, 2004. 352 С.
5. Астахов А.С., Диколенко Е.Я., Харченко В.А. Экологическая безопасность и эффективность природопользования. – М.: Изд-во МГГУ, 2006. – 323 С.
6. Tseytlin E.M., Features of environmental hazard assessment of mining enterprises/ Theses of the report of VII Krakow conference of young scientists, AGH University of Science and Technology in Krakow, 2012. P. 809-819
7. Цейтлин Е.М. Об оценке экологической безопасности горных предприятий // Экологические проблемы горнопромышленных регионов: сборник докладов. Казань, 2012. С. 476-481
8. Цейтлин Е.М. Оптимизация негативного воздействия горного производства с помощью интегрального критерия оценки экологической опасности // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). Отдельная статья (специальный выпуск).— 2013. — 6 журнал. — 16 с.
9. Цейтлин Е. М., Хохряков А. В. Оценка экологической опасности промышленных объектов минерально-сырьевого комплекса с помощью интегрального показателя // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. 2013. №5. С. 49-55
10. Хохряков А.В., Фадеичев А.Ф., Цейтлин Е.М. Применение интегрального критерия для определения экологической опасности предприятий горнопромышленного комплекса // Известия Уральского государственного горного университета. 2013. №1. С. 25-31
11. Цейтлин Е.М. Методология выбора оптимальных природоохранных решений с помощью интегрального критерия оценки экологической опасности // Материалы Международного конкурса научно-исследовательских проектов молодых ученых и студентов Евразийского экономического форума молодежи EURASIA GREEN. Екатеринбург, 2013. С.23-24

12. Студенок А. Г., Студенок Г. А., Ревво А. В. Оценка методов очистки сточных вод от соединений азота для дренажных вод горных предприятий // Известия Уральского государственного горного университета. 2013. №2. С. 26-30

УДК 622.014.3

ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ДОБЫЧИ УГЛЯ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ СИБИРИ

В.И.Ческидов, В.К.Норри, А.С.Бобыльский, А.В.Резник
Институт горного дела им. Н.А. Чинакала СО РАН

В условиях неуклонного роста народонаселения с неизбежным увеличением объемов потребления минерально-сырьевых ресурсов всё большую озабоченность мирового сообщества вызывают проблемы экологической безопасности природопользования. Современный этап развития человечества характеризуется постоянным наращиванием добычи полезных ископаемых с соответствующим возрастанием степени воздействия горного производства на природную среду. В числе основных задач экологизации народного хозяйства страны, и, в частности, его горнопромышленного комплекса, определенных «Экологической доктриной Российской федерации», выделены: рациональное недропользование и экологическая безопасность горного производства [1].

Опережающее развитие практически во всех горнодобывающих отраслях промышленности России имеет наиболее эффективный открытый способ добычи полезных ископаемых, отличающийся, вместе с тем, и существенными экологическими последствиями горных работ. Одним из приоритетных направлений государственной политики в сфере недропользования являются рациональное использование природных и техногенных ресурсов разрабатываемых месторождений и повышение экологической безопасности горного производства. Это, безусловно, касается и предприятий угольной отрасли, оказывающих негативное воздействие практически на все составляющие окружающей среды: атмосферу, земельные угодья, водные источники. Топливно-энергетический комплекс Сибири, обладая значительными сырьевыми ресурсами и достаточно развитой производственной инфраструктурой, был и остается главной энергетической базой России. Ведущими учеными и специалистами обоснована целесообразность увеличения в ближайшие 10-15 лет доли угля в топливно-энергетическом балансе страны до 25-30% против 15-17%, сложившейся в последние годы [2]. В соответствии с Энергетическими стратегиями России на период до 2020 и 2030 годов добыча угля в стране должна быть доведена к 2020 г. до 400-430 млн. т. При этом преимущественное развитие будет иметь наиболее эффективный и безопасный открытый способ добычи угля и, прежде всего, в Кузнецком и Канско-Ачинском угольных бассейнах [3,4]. Сибирские горнодобывающие регионы, занимая лидирующее поло-

жение в стране по объемам добычи угля, соответственно лидируют и по количеству вредностей, наносимых природной среде. В частности, в Кузнецком бассейне (более 56 % общероссийской добычи, около 80% всех коксующихся улей) для нужд горнодобывающих и перерабатывающих предприятий отрасли изъято по разным данным от 65 до 105 тыс.га земель [5].

С учетом того, что характер вредностей, наносимых всеми разрезами, шахтами и обогатительными фабриками Кузнецкого бассейна, в целом идентичен, проблемы экологической безопасности угледобычи в работе рассматриваются на примере интенсивно развивающегося Ерунаковского угольного района Кузбасса. Проектными проработками института «Сибгипрошахт» в районе было определено строительство порядка 6 разрезов, 25 шахт и 18 обогатительных фабрик [6]. По прогнозной оценке, с учетом выданных на сегодняшний день лицензий на новые участки, в Ерунаковском районе с разведанными запасами более 8,7 млрд.т (4,7 млрд.т энергетических и 4,0 коксующихся) высококачественных каменных углей, производственные мощности к 2020 году могут составить более 80 млн.т/год. Сосредоточение такого количества объектов с вредными выбросами, безусловно, окажет серьезную нагрузку на биосферу осваиваемых площадей, а также значительно ухудшит условия труда и проживания населения района. Это требует, как и по всему бассейну, многофакторного и постоянного мониторинга состояния окружающей среды, исследования степени экологической безопасности горного производства, разработки и реализации рекомендаций по уменьшению и предотвращению негативных последствий горных работ. В силу специфики месторождений района удельный вес внутреннего отвалообразования на разрезах составит не более 35-40 %, что потребует изъятия значительных земельных площадей под внешние отвалы вскрышных пород.

В числе основных техногенных воздействий открытых горных работ на окружающую среду следует выделить: загрязнение воздушной среды пылью и газами при ведении взрывных работ, выемке и транспортировании горной массы, сдувание мелких породных фракций с поверхности отвалов, горных выработок и угольных складов; нарушение гидрографической сети в границах карьерного поля и гидродинамического режима подземных вод, загрязнение карьерных вод; изъятие земельных площадей для нужд производства (под горные работы, внешние породные отвалы, транспортные коммуникации, отстойники карьерных вод и т.п.). Одним из основных негативных факторов, адресуемых открытой угледобыче, это повышенная землеемкость горных работ. Общий земельный фонд района составляет 164,5 тыс.га (1,72% земельного фонда Кемеровской области), из них около 40% используются в сельскохозяйственном производстве. На рисунке 1 приведен характер влияния горных работ на состояние земель, свидетельствующий о том, что доля земельных угодий с нарушением земной поверхности составит порядка 13%, с изменением водного режима – 23%, с деформацией земной поверхности – 10%, не подвергшиеся техногенному воздействию – 64%.

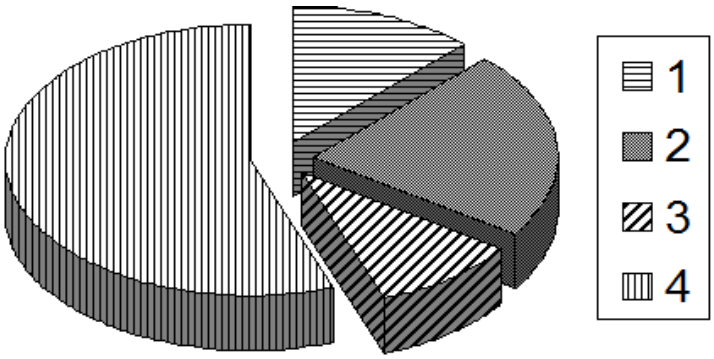


Рис. 1 Влияния горных работ на состояние земель:

1 – земли, изымаемые с полным нарушением земной поверхности (12,1%), 2 – земли, нарушенные от изменения водного режима почв (22,6%). 3 – земли, нарушенные от деформации земной поверхности (9,7%). 4 – земли, не подвергшиеся разрушительным техногенным воздействиям при освоении угольного месторождения (55,6%).

Как показывает опыт, на шахтных полях изменения заметно скажутся после 10 летнего периода эксплуатации месторождения за счет проседания земной поверхности при отработке угольных пластов. Визуально за 10 лет глубина проседаний составит от 3 до 4 м. После 20-ти летнего периода эксплуатации шахт проседания земной поверхности достигнут 10 метров и на конец отработки пластов до 20 метров. Приведенный характер воздействия на земельные ресурсы имеет место и в других угледобывающих районах Кузнецкого бассейна. При этом следует иметь в виду, что подземный способ добычи угля, помимо деформаций земной поверхности в результате ведения горных работ (позиция 3), имеет негативное воздействие по позициям 1,2 (поверхностный комплекс поверхности, депрессионная воронка), что необходимо учитывать при оценке степени влияния способов добычи угля. Анализ опыта эксплуатации разрезов и шахт бассейна позволяет сделать вывод, что уменьшение площади нарушенных земель при открытой угледобыче возможно за счет совершенствования систем разработки с максимальным размещением вскрышных пород во внутренних отвалах и закладки выработанных пространств при подземной добыче.

В плане дальнейшего развития угледобычи и повышения её эффективности, как в экономической, так и в экологической составляющей, большой интерес представляет степень воздействия на окружающую среду способов и систем разработки угольных месторождений. Традиционно сложилось мнение, что открытые горные работы наносят наибольший вред окружающей среде. Отчасти это справедливо, когда речь идет о разработке, например, месторождений, расположенных на высокопродуктивных или охраняемых землях и не совсем корректно в отношении месторождений, занимающих малоценные земли. В любом случае при выборе открытого или подземного способа разработки, помимо учета общепринятых требований необходимо, очевидно, производить комплексную оценку причиняемого ими ущерба по основным элементам биосферы: земле, недрам, атмосфе-

ре, гидросфере, определяя, на основании сравнительного анализа, приоритетное направление и вид деятельности на рассматриваемой территории.

Результаты выполненной в [7] оценки техногенного влияния на окружающую среду открытого и подземного способов разработки месторождений позволяют ранжировать (по значимости) степень их воздействия по элементам биосферы: открытый способ – земля, атмосфера, гидросфера, недра; подземный способ – недра, гидросфера, атмосфера, земля (табл.). Эти данные коррелируются и с практикой горного производства.

Таблица

Степень воздействия открытого и подземного способов разработки на основные элементы биосферы

Элементы биосферы	Способы разработки месторождений			
	Открытый способ		Подземный способ	
	Ранжирование по значимости	Процентное соотношение от общей величины экономического ущерба	Ранжирование по значимости	Процентное соотношение от общей величины экономического ущерба
Земля	1	38,0 %	4	4,3 %
Недра	4	4,0 %	1	45,7 %
Воздух	2	29,6 %	3	17,9 %
Гидросфера	3	28,4 %	2	32,1 %

Анализ публикаций и многолетний опыт эксплуатации угледобывающих предприятий дают основание утверждать, что в сложившихся условиях необходимо выполнять более глубокие исследования, касающиеся области применения открытого и подземного способов добычи угля с учетом, наряду с экономической эффективностью горного производства, степени его влияния на окружающую среду. Применительно к Ерунаковскому угольному району, имеется в виду целесообразность и возможность удовлетворения потребности в энергетических углях района преимущественно за счет открытой угледобычи с наращиванием, в первую очередь, мощности действующих разрезов и использование шахтного способа преимущественно для добычи коксующихся углей. Подобную оценку следует, очевидно, в обязательном порядке производить для всех вновь осваиваемых месторождений.

С учетом все возрастающих экологических требований и значительных сроков эксплуатации действующих угольных разрезов большое значение приобретают вопросы использования выработанных карьерных пространств, практически не рассматриваемые пока на серьезной основе при проектировании и ведении горного производства. В отечественной практике открытых горных работ пока имеют место отдельные, зачастую несанкционированные, случаи использования отработанных карьеров (преимущественно стройматериалов) в качестве рекреационных объектов (рис.2) или хранилищ для складирования отходов производства (рис.3). В числе немногочисленных пока реализованных российских проектов следует отметить спортивный комплекс автомобильных видов спорта «Белый ко-

лодец» на месте отработанного мелового карьера под Воронежем (рис.2,б), обеспечивающий, кроме того, успешное проведение соревнование по другим видам спорта (скалолазание, надводное и подводное плавание и т.д.).

Рис.2. Рекреационная зона: а – в отработанном карьере «Тальковый камень» (Средний Урал), б – автодром в меловом карьере (Воронежская область)

Рис. 3. Складирование отходов обогащения в карьере: а – Гайского ГОКа (Башкорстан), б – Высокогорского ГОКа (Средний Урал)

Более масштабное использование техногенного ресурса выработанных карьерных пространств требует, безусловно, весьма значительных инвестиций и находится в основном на стадии проектных соображений. Российскими архитектурным бюро «АБ Эллис» в партнерстве с ОСК ОАО Моспроект и ОАО ЦНИЭП разработан проект градостроительного образования нового типа «Экогород 2020» с размещением его в условиях вечной мерзлоты в гигантской воронке трубки «Мир» диаметром около километра и глубиной 550 метров (рис.4). Проектом предлагается перекрыть карьер светопрозрачным куполом [10].

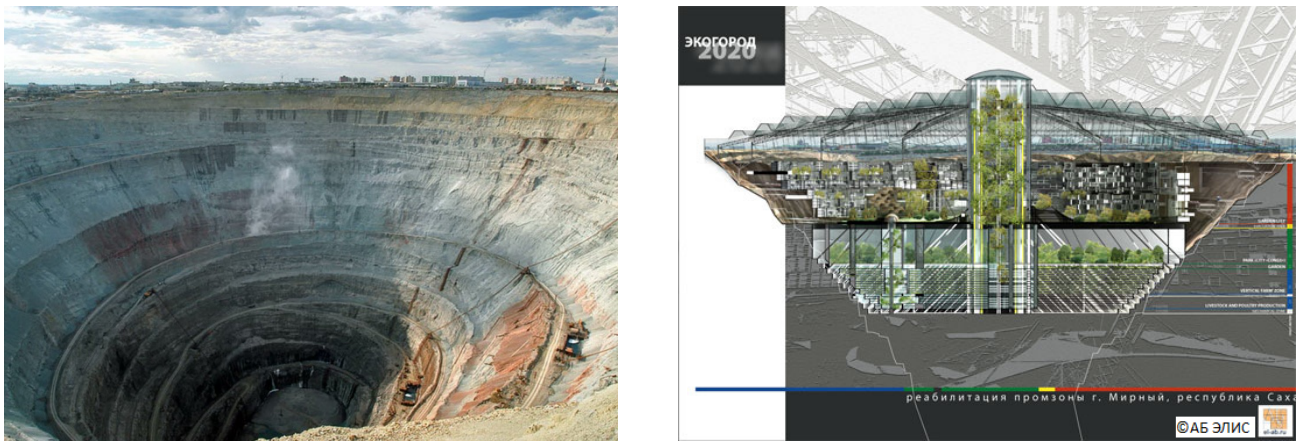


Рис. 4. Экогород в отработанном карьере трубки «Мир» (Республика Саха Якутия, Россия)

В качестве реализованного примера можно привести строительство по проекту британских архитекторов самого большого в мире подземного отеля Songjang beauty spot hotel в КНР. Для этих целей использована отработанная каменоломня неподалеку от Шанхая (рис.5). Отель имеет 21 этаж и спускается по отвесной стене карьера к искусственному озеру, под дном которого находится спортивно-досуговый комплекс гостиницы, на крыше отеля – сад площадью 3 тысячи квадратных метров. Водная тема превалирует в проекте: большое водное пространство, подводные бары и рестораны, аквариум, водопад [11].

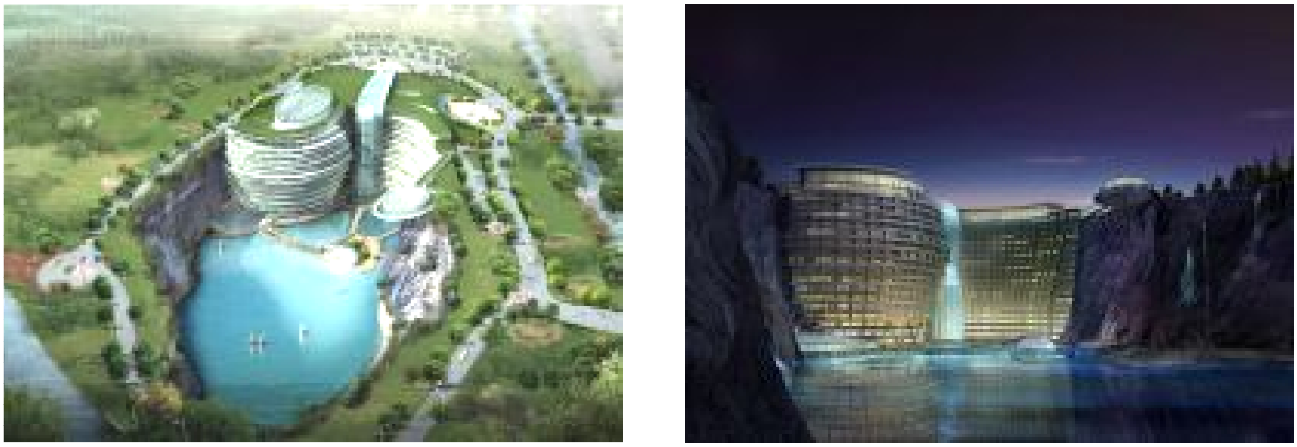


Рис. 5. Отель на борту каменоломни (КНР)

Приведенные данные подтверждают актуальность проблемы повсеместного использования выработанных карьерных пространств, особенно в условиях крайне неблагоприятного экологического состояния районов интенсивной добычи полезных ископаемых.

Выводы

1. В условиях значительной техногенной нагрузки в горнодобывающих регионах на природную среду и постоянного роста потребления минеральных ресурсов проблемы экологической безопасности горного производства становятся все более актуальными.

2. При выборе открытого или подземного способа разработки угольного месторождения, наряду с выполнением общепринятых требований, необходимо производить комплексную оценку и сравнительный анализ причиняемого ими ущерба по основным элементам биосферы: земле, недрам, атмосфере, гидросфере. Принимаемое решение должно учитывать размер наносимого горными работами ущерба и значимость биосферного элемента в рассматриваемом регионе.

3. В целях повышения эффективности и безопасности горных работ в угледобывающих регионах представляется целесообразным провести исследования в части уточнения области применения способов добычи угля, имея в виду, что все доступные запасы (особенно энергетических марок) следует извлекать наиболее экономичным и наименее безопасным открытым способом, а подземный способ ориентировать, в основном, на добычу ценных и глубокозалегающих коксующихся углей.

4. По мере наращивания горнопромышленного потенциала стран мирового сообщества все большую озабоченность приобретают вопросы рационального использования отработанных карьеров и разрезов. При этом, во избежание катастрофических последствий горного производства, вопросы восстановления нарушенных природных систем и использования отработанных горнодобывающих предприятий должны рассматриваться уже в период их проектирования и эксплуатации. Научными и проектными проработками, наряду с традиционными методами восстановления природных систем, предлагается использовать техногенный ресурс выработанных карьерных пространств для размещения крупных жилых и социально-культурных комплексов. В числе наиболее привлекательных направлений использования разрезов после завершения их эксплуатации в рассматриваемом бассейне следует выделить: водо- и рыбохозяйственное, лесоводческое, сельскохозяйственное, рекреационное.

Литература

1. Экологическая доктрина Российской Федерации (одобрена Распоряжением Правительства РФ от 31.08.2002 г. № 1225-р).

2. Об основных направлениях государственной политики развития угольной отрасли и повышения конкурентоспособности ее продукции на внутреннем и внешнем рынках. Доклад государственного Совета РФ. – Уголь. – 2002. - №10.

3. Энергетическая стратегия России на период до 2020 г. Москва, 2003.

4. Энергетическая стратегия России на период до 2030 г. Москва, 2009.

5. Уголь Кузбасса, №5, 2010.

6. Корректировка ТЭО освоения Ерунаковского угольного района Кузбасса в соответствии с программой эколого-экономических исследований (II этап). Том 8, книга 1. Новосибирск, 1993.

7. Ю.О.Славиковская. Сравнительная оценка техногенного воздействия на окружающую среду открытой и подземной геотехнологий. ГИАБ, № 7, 2011.

8. Экогород 2020 от Архитектурного бюро АБ Эллис. www.prolite.ru

9. Эко-отель в карьере, пригород Шанхая, Китай, проект. www. urbanismo.ru

УДК 556.01

АКТИВИЗАЦИЯ ГИПЕРГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В РАЙОНАХ ДОБЫЧИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ(НА ПРИМЕРЕ КРИВОРОЖСКО-КРЕМЕНЧУГСКОЙ ЖЕЛЕЗОРУДНОЙ ЗОНЫ)

Шерстюк Н.П.
Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара, Украина

В процессе добычи и обогащение железных руд изменяются (возникают, усиливаются или ослабляются) гипергенные процессы. В частности рассмотрены процессы, которые происходят в водных объектах Криворожско-Кременчугской железорудной зоны.

Современный производственный потенциал железорудной области Украины представлен горнорудными предприятиями по добычи естественно богатых руд подземным способом, пятью горно-обогатительными комбинатами (Северный, Центральный, Южный, Ингулецкий, Полтавский) и горно-обогатительным комплексом Арселормиттал Кривой Рог, которые добывают и перерабатывают бедные по содержимому железа магнетитовые кварциты.

Четыре, из пяти горно-обогатительных комбинатов, расположены в Криворожском железорудном бассейне. Это наибольший в Украине бассейн богатых железных руд, главный горнодобывающий центр страны, расположенный на территории Днепропетровской области [1].

Промышленный комплекс Криворожско-Кременчугской железорудной зоны на начало XXI ст. добывает ежегодно до 190 млн. т сырой железной руды и перерабатывает ее в 70 млн. т товарной продукции. Сейчас здесь действуют 9 шахт, 5 горно-обогатительных комбината, которые ведут добычу руды на 10 карьерах. Всего с начала промышленного освоения недр Криворожско-Кременчугской железорудной зоны добыто 5,5 млрд. т железорудного сырья. Все разведанные запасы железистых кварцитов составляют 21,8 млрд. тонн, а прогнозные ресурсы оцениваются более чем в 19 млрд. тонн.

Современная технология обогащения бедных железных, марганцевых руд и руд цветных металлов предусматривает складирование отходов (хвостов обогащения) в специальных хвостохранилищах.

Всего исследовано 48 водных объектов по 76 пунктам наблюдения (табл.).

Таблица

Количество пунктов наблюдений по водным объектам на территории Криворожско-Кременчугской железорудной зоны

Горно-обогатительный комбинат	Водные объекты		
	Хвостохранилища	Пруды	Реки (название/ кол-во пунктов наблюдений)
Северный	1	6	Саксагань/ 6
Центральный	1	6	Ингулец/ 5
Южный	3	8	Ингулец/ 4
Ингулецкий	1	16	Ингулец/ 8
Полтавский	2	–	Днепр/ 6 Сухой Кобелячок/ 3

Исследование гипергенных процессов в водоемах хвостохранилищ базируются на изучении минерального состава текучих и лежалых хвостов обогащения Северного ГОКа, которое выполнено В.Д. Евтеховым, И.А. Федоровой [2].

Складирование текучих хвостов продолжается все время с начала разработки железорудного месторождения. В окислительных условиях, которые существуют на поверхности земли, в текучих хвостах происходят специфические геохимические процессы: окисление сульфидных минералов, гидролиз силикатов и алюмосиликатов, в результате которых, со временем, происходят изменения минерального состава и текучие хвосты переходят к стадии лежалых хвостов. Некоторые минералы хвостов обогащения в хвостохранилище превращаются во вторичные минералы: пирит и пирротин – в ярозит вследствие окисления, хлорит и альбит – в монтмориллонит вследствие гидролиза.

В хвостах, как основной окислитель, выступает молекулярный кислород. Проникая в породу из атмосферы, он вступает во взаимодействие и окисляет некоторые минералы, а именно пирит и пирротин. Кроме него, окислителями являются также Fe^{3+} и S^{6+}. Процесс химического выветривания пирита выглядит следующим образом [3]:

$$2FeS_2 + 7{,}5O_2 + 7H_2O = 2Fe(OH)_3 + 4SO_4^{2-} + 8H^+ \quad , \qquad (1)$$

$$\Delta G^0_{\text{реак}} = -1292{,}85 \text{ кДж/моль}$$

На первых этапах заполнения хвостохранилища СевГОКа наблюдаются низкие значения водородного показателя (pH), наиболее низкое значение зафиксировано в 1982 г. (pH=5), что обеспечивалось окислением пирита и пирротина. После 1983 г. pH воды в водоеме хвостохранилища стало свыше 7,0 и ниже этого значения не опускается. Это объясняется довольно незначительным содержимым пирита и пирротина (0,23 объемн. **%)** в общем объеме хвостов обогащения. Но реакции окисления являются источником поступления в воду H^+, что обуславливает развитие в хвостах обогащения других процессов в частности гидролиза силикатов и алюмосиликатов.

Согласно выявленным минералам в текучих и лежалых хвостах обогащения железных руд СевГОКа рассмотрены следующие реакции гидролиза [3]:

$$7NaAlSi_3O_8 + 6H^+ + 20H_2O = 3Na_{0,333}Al_{2,33}Si_{3,67}O_{10}(OH)_2 + 10H_4SiO_4^0 + 6Na^+; \quad (2)$$

альбит Na-монтмориллонит $\Delta G^0_{реак}$ = - 58,98 кДж/моль

$7Mg_5Al_2Si_3O_{10}(OH)_8+68H^+ + H_4SiO_4^0 = 6Mg_{0,16}Al_{2,33}Si_{3,67}O_{10}(OH)_2 + 58H_2O + 34Mg^{2+}$ (3)

хлорит Mg-монтмориллонит

$\Delta G^0_{реак}$ = - 2693,11 кДж/моль

$6Na_{0,33}Al_{2,33}Si_{3,67}O_{10}(OH)_2 + 2H^+ + 23H_2O = 7Al_2Si_2O_5(OH)_4 + 8H_4SiO_4^0 + 2Na^+$; (4)

Na-монтмориллонит каолинит

$\Delta G^0_{реак}$ = 96,97 кДж/моль

$6Mg_{0,167}Al_{2,33}Si_{3,67}O_{10}(OH)_2 + 2H^+ + 23H_2O = 7Al_2Si_2O_5(OH)_4 + 8H_4SiO_4^0 + Mg^{2+}$. (5)

Mg-монтмориллонит каолинит

$\Delta G^0_{реак}$ = 104,57 кДж/моль

Реакции по уравнениям (2) и (3) происходят самопроизвольно при отрицательном значении свободной энергии, реакции по уравнениям (4) и (5) (переход к каолиниту) самопроизвольно происходить не могут, а нуждаются в химической энергии.

Чаще всего для изучения процессов гидролиза применяется метод плоских диаграмм в двумерных системах содержания макрокомпонентов [4].

Выявлено, что в результате геохимической миграции формируются ареолы загрязнения вблизи хвостохранилищ, карьеров и других объектов горно-обогатительных комбинатов. Расчеты показывают, что в воде техногенных и природно-техногенных водных объектов Криворожско-Кременчугской железорудной зоны происходят процессы гидролиза силикатов и алюмосиликатов по уравнениям (3) и (5) (рис.1).

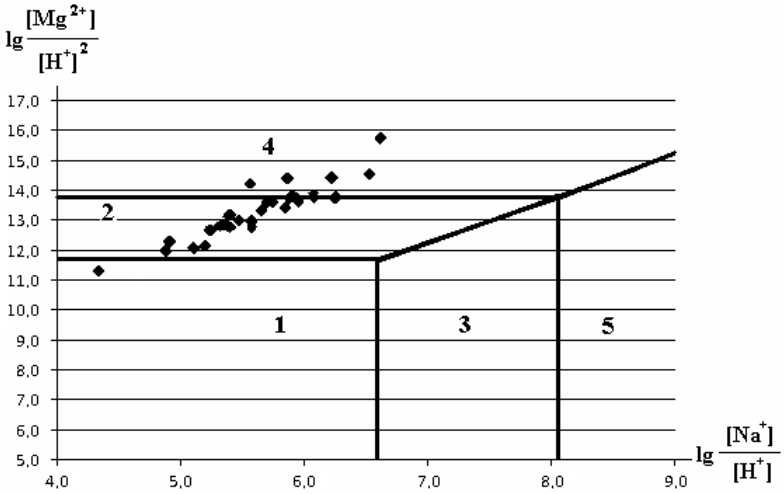


Рис. 1. - Система $HCl-H_2O-Na_2O-MgO-SiO_2$ при $t=25^0$ С и $lg[H_4SiO_4]$=-3,75 с нанесенными данными по химическому составу воды пруда в балке Мотина (СевГОК) (1978 – 2010 гг.): номерами указаны поля устойчивости минералов: ***1*** – каолинит; ***2*** – Mg-монтмориллонит; ***3*** – Na-монтмориллонит; ***4*** – хлорит; ***5*** – альбит

В воде всех водных объектов на данной территории устанавливаются равновесия либо с каолинитом (поле 1), либо с Mg-монтмориллонитом (поле 2), либо

с хлоритом (поле 4). Выявленная закономерность позволяет перейти к изучению процессов гидролиза силикатов и алюмосиликатов во времени (рис. 2) [6].

Установлено, что гидролиз алюмосиликатов в воде водных объектов происходит следующим образом:

– в хвостохранилищах СевГОКа, ЦГОКа, ЮГОКа воды водоемов находятся в равновесии с монтмориллонитом, т.е. здесь активно продолжается процесс гидролиза хлорита, в воде водоема хвостохранилища ИнГОКа наступает равновесие с каолинитом, а в воде водоема хвостохранилища ПолГОКа – с хлоритом;

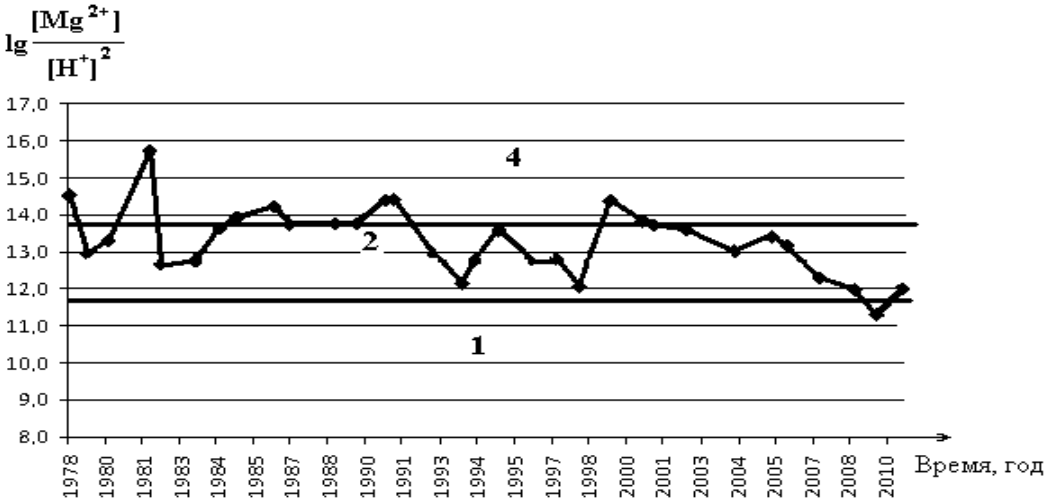


Рис. 2. - График изменений во времени системы $HCl\text{-}H_2O\text{-}Na_2O\text{-}MgO\text{-}SiO_2$ при $t=25^0$ С и $lg[H_4SiO_4]= -3,75$ с нанесенными данными анализов проб воды из пруда балки Мотина (СевГОК) за время наблюдений, 1978 – 2010 г.г.

– в большинстве прудов в воде устанавливается равновесие с Mg-монтмориллонитом, при поступлении химической энергии (в результате минерализации органических веществ) гидролиз продолжается и равновесие устанавливается с каолинитом. В воду прудов в значительных количествах поступают ионы Mg^{2+};

– в р. Саксагань с 2008 г. устанавливаются равновесия речной воды с каолинитом, которые не являются характерными для речных вод. На верхнем участке реки Ингулец (выше Карачуновского водохранилища) с 2009 г. активизируется гидролиз Mg-монтмориллонита, иногда до каолинита; на нижнем участке реки Ингулец, Днепродзержинском водохранилище и на верхнем участке р. Сухой Кобелячок установились типичные равновесия с Mg-монтмориллонитом; в р. Сухой Кобелячок на нижнем участке вода находится в равновесии с хлоритом.

Важным процессом, который сопровождает гидролиз, является нейтрализация щелочности (иона OH^-), которая образовалась при этом, что в свою очередь влияет на равновесия в карбонатной системе.

Если в природной воде находятся $CO_{2(свободный)}$, ионы Ca^{2+} и HCO^{3-}, а в твердой фазе $CaCO_3$, то между ними устанавливается равновесие, которое описывается уравнением [5]:

$$CaCO_3 + H_2O + CO_2 \Leftrightarrow Ca(HCO_3)_2 \Leftrightarrow$$
$$\Leftrightarrow Ca^{2+} + 2HCO_3^- \Leftrightarrow 2H^+ + 2CO_3^{2-}. \quad (6)$$

Преимущество прямой реакции (вправо) свидетельствует о растворении карбоната кальция под влиянием CO_2, обратной (влево) – о накоплении карбоната за счет разложения бикарбоната кальция.

Оценки равновесий в карбонатно-кальциевой системе выполнена с использованием индекса стабильности воды (I) [5]. Он определен аналитическим и графическим методами. Стабильность воды по индексу стабильности определяется по формуле:

$$I = pH_{вих} - pH_{нас}, \quad (7)$$

где $pH_{исх}$ – определяется при выполнении химического анализа воды известными методами (исходная, фактическая величина); $pH_{нас}$ – рассчитывается по известным данным о температуре воды, концентрации ионов кальция, щелочности и общему содержанию солей (минерализацией) в воде по формуле:

$$pH_{нас} = pK_{HCO_3^-} - pL_{CaCO_3} - \lg 10^3 \left[Ca^{2+}\right] - \lg[2800Щ] + \frac{\sqrt{\mu}}{1+\sqrt{2\mu}} + 8{,}07, \quad (8)$$

где $pK_{HCO_3^-}$ – отрицательный логарифм константы второй степени диссоциации угольной кислоты; pL_{CaCO_3} – отрицательный логарифм произведения растворимости $CaCO_3$; $[Ca^{2+}]$ – весовая концентрация ионов кальция; $Щ = [HCO_3^-] + 2[CO_3^{2-}]$ – щелочность воды; μ - ионная сила воды.

Если I = 0, то вода будет стабильная, при отрицательном значении – вода агрессивная, склонна к растворению $CaCO_3$, при положительном – к отложению $CaCO_3$.

Результаты расчетов индекса стабильности также можно представлять в виде графиков, если гидрохимические наблюдения проводились довольно продолжительное время (рис. 3).

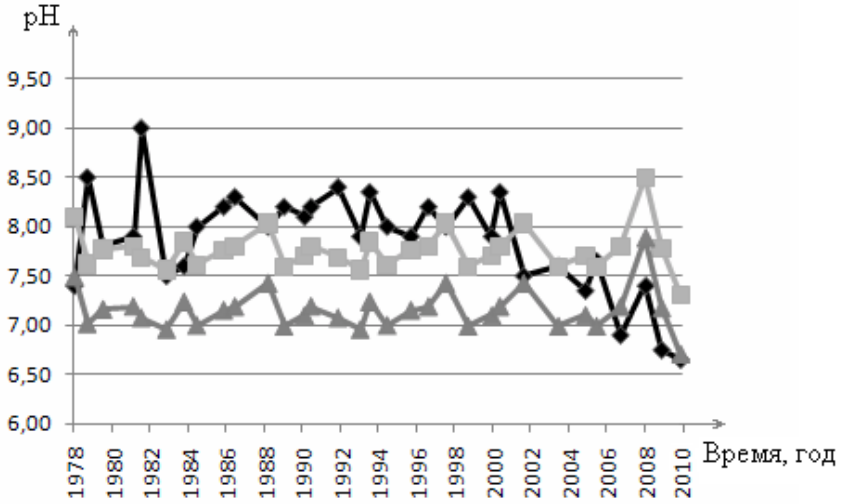
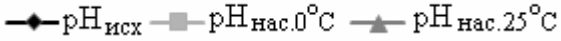


Рис. 3. - График изменения во времени pH в воде пруда балки Мотина, СевГОК, с фактическим $pH_{исх.}$ и с расчетными значениями $pH_{нас}$ при температуре воды 0^0 С и 25^0 :



Проанализированы состояния карбонатной системы водных объектов Криворожско-Кременчугской железорудной зоны и выявлено следующее:

– в воде водоемов хвостохранилищ, за исключением ИнГОКа, происходит осаждение карбоната кальция, в водоеме хвостохранилища ИнГОКа карбонатная система достигает равновесного состояния;

– в воде прудов происходит осаждение карбоната кальция, со временем этот процесс изменяется на равновесное состояние;

– в воде рек Саксагань и Ингулец карбонатно-кальциевая система склонна к осаждению (до 2000 г.), со временем система переходит в равновесное состояние, а в 2009, 2010 гг. отмечаются одиночные состояния растворения в воде р. Ингулец; в Днепродзержинском водохранилище и на верхнем участке р. Сухой Кобелячок карбонатная система уравновешена, на нижний – склонна к осаждению карбоната кальция.

Выводы:

1. На территории добычи и обогащения железных руд усиливаются процессы химического выветривания, которые происходят в хвостах обогащения в хвостохранилищах Криворожско-Кременчугской железорудной зоны, а именно – пирит и пирротин превращаются в ярозит, хлорит – в монтмориллонит.

2. Окисление сульфидных минералов (пирита и пирротину) в хвостах обогащения является источником поступления водородных ионов в воду водоемов хвостохранилищ, что усиливает развитие процессов гидролиза силикатов и алюмосиликатов и нарушение равновесий в карбонатно-кальциевой системе.

3. Вследствие воздушной и водной миграции хвостов обогащения из хвостохранилищ характерным для всех водных объектов на данной территории является процесс гидролиза силикатов и алюмосиликатов, который приводит к поступлению в воду ионов магния, увеличению ее минерализации, жесткости, ве-

личины водородного показателя.

4. В результате процесса гидролиза нарушаются равновесия в карбонатно-кальциевой системе, что обуславливает развитие процесса осаждения карбоната кальция в большинстве водных объектов на территории Криворожско-Кременчугской железорудной зоны и изменение химического типа воды в них.

5. Химический состав воды водных объектов районов добычи и обогащения железных руд формируется самопроизвольно и достигает определенных равновесно-неравновесных состояний.

Литература

1. Рудько Г.І., Плотников О.В. та ін. Економічна геологія родовищ залізистих кварцитів: Монографія. К.: Вид-во «Академпрес», 2010. 272 с.

2. Евтехов В.Д., Федорова И.А. Гранулометрический состав отходов обогащения Северного горно-обогатительного комбината Криворожского бассейна // Геолого-мінералогічний вісник Криворізького технічного університету, 2001. №1. С. 38 – 46.

3. Зверев В.П. Роль подземных вод в миграции химических элементов. М.: Недра, 1982. 186 с.

4. Шварцев С.Л. Гидрогеохимия зоны гипрегенеза. М.: Недра, 1988. 366 с.

5. Горев Л.Н., Пелешенко В.И. Мелиоративная гидрохимия. К: Высшая школа, 1984. 256 с.

6. Шерстюк Н.П., Хільчевський В.К. Особливості гідрохімічних процесів у техногенних та природних водних об’єктах Кривбасу : Монографія. Дніпропетровськ: ТОВ «Акцент ПП», 2012. 263 с.

Сессия III
РЕКУЛЬТИВАЦИЯ, ФИТОРЕМЕДИАЦИЯ, КОМПЛЕКСНАЯ РЕАБИЛИТАЦИЯ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

УДК 631.618

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД В РЕКУЛЬТИВАЦИИ ХВОСТОХРАНИЛИЩА ОАО «АБАГУРСКАЯ ОБОГАТИТЕЛЬНО-АГЛОМЕРАЦИОННАЯ ФАБРИКА»

О.Г. Берлякова[1], Н.Б. Ермак[2], М.В. Потокина[2]
[1]Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, [2]Новокузнецкий институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет»

В статье рассмотрен опыт санитарно-противоэроизонной рекультивации хвостохранилища отходов обогащения железной руды, с применением нетрадиционного почвоулучшителя – осадка сточных вод. Сравнительно-генетический и географический методы позволили авторам охарактеризовать эдафические условия и структуру фитоценозов ключевых участков, а также определить почвенно-экологическое состояние поверхности гидроотвала.

По экспертным оценкам ученых, общая площадь нарушенных земель в Кемеровской области составляет не менее 91,7 тыс. га [1]. Природный ландшафт Южного Кузбасса значительно трансформирован под воздействием свыше 500 горнодобывающих и перерабатывающих предприятий. Субстрат породных отвалов часто фитотоксичен и обладает неблагоприятными агрофизическими свойствами, угнетая процессы самозарастания. Улучшить условия восстановления фитоценоза в таких условиях возможно путем формирования корнеобитаемого слоя с потенциально благоприятными почвенно-экологическими свойствами, в том числе с применением нетрадиционных почвоулучшителей (мелиорантов), в частности, осадков сточных вод (ОСВ) [*2*].

Дисперсная фаза ОСВ представлена органическими и минеральными твердыми частицами, дисперсионная среда - водой с растворенными веществами. Формы *N*, *P*, *K*, усваиваемые растениями, содержатся в концентрациях, приближенных к характеристикам азотно-фосфорных удобрений: NH_4^+ 3,5-12,3, NO_3^- 59-111, K_2O 13,7, P_2O_5 20-40 мг/100 г, постепенно депонируются гуминовые вещества [3, 4]. Бурая хлопьевидная масса активного ила с чрезвычайно развитой площадью активной поверхности частиц порядка 100 м^2 на 1 г сухого вещества, влажностью 96-99,2 % и зольностью 25-30 %, преобладает в составе осадка.

Органическая часть активного ила представлена микробиоценозом, соединениями белков, липидов, углеводов, лигниногумусовыми веществами и др.

В связи с перегруженностью иловых площадок и ухудшением санитарных условий населенных пунктов, актуальны вопросы переработки и утилизации ОСВ. В ряде стран (Польша, Швеция, Франция, Австрия, Германия, США) накоплен опыт применения грунтов на их основе в рекультивации участков горных выработок, хранилищ промышленных отходов и т.п. Демонстрационный проект, осуществляемый на хвостохранилище Абагурской аглофабрики, преследует двойную цель: решение проблемы утилизации осадков сточных вод и рекультивации токсичных отходов железорудного обогащения, расположенных в селитебной части г. Новокузнецка [2].

В хвостохранилище площадью 350 га намыто свыше 100 млн. т отходов мокрой магнитной сепарации железной руды. В пределах карт гидроотвала формируются приустьевая, основная, приядерная, ядерная зоны седиментации с пространственной неоднородностью гранулометрического состава (от глинистого до песчаного) и выраженной слоистостью субстрата по вертикали [5]. В составе отвальных хвостов преобладают железосодержащие минералы: магнетит 6-11 %, пирит 9-13 %, лимонит 4-8 %, гематит 0,8-1,1 %, среди нерудных – гранат, амфибол, пироксен, эпидот, серпентинит.

Фитотоксичность и высокая плотность породы (3,19-3,44 г/см^3) определяют длительное существование техногенной пустыни на поверхности гидроотвала. В связи с перспективой извлечения ценных компонентов из хвостов, проведение коренной долговременной рекультивации нерентабельно [2, 6]. В данном случае необходимо создать устойчивый растительный покров для предотвращения развития эрозии. Сотрудниками Института почвоведения и агрохимии СО РАН, Кузбасской государственной педагогической академии, ЗАО «Водоканал», ОАО «Западно-Сибирский испытательный центр», ОАО «Новокузнецкий металлургический комбинат» была заложена серия опытных рекультивационных площадок на поверхности хвостохранилища [7].

Проведенные опыты показали целесообразность использования ОСВ при рекультивации хранилищ токсичных отходов. Содержание супесчаных и среднесуглинистых фракций позволяет комбинировать физические свойства создаваемых органоминеральных субстратов (техноземов) в широком диапазоне [4]. Привнесенные с осадком биогенные элементы и достаточная влагообеспеченность снижают степень стерильности хвостов и создают условия для существования фитоценоза на поверхности гидроотвала.

Исходной целью экспериментов, проводимых на Абагурском хвостохранилище, являлось создание местообитаний, почвенно-экологические функции которых смогли бы обеспечить устойчивое развитие фитоценозов [7]. Почвенно-экологические исследования техногенного ландшафта являются частью диагностики его экологического состояния с целью его отнесения к одной из категорий: относительное, удовлетворительное, критическое, кризисное или катастрофическое [7, 8].

В основе исследования структуры почвенного покрова хвостохранилища лежит профильно-генетическая классификация почв техногенных ландшафтов (Курачев, Андроханов, 2002). В ней выделяется класс эмбриоземов – молодых почв, сформированных элементарными почвенными процессами, типичными для зональных почв, но в условиях техногенного ландшафта. В отличие от них, класс техноземов включает именно рекультивированные земли, в чьем развитии почвообразующие процессы играют скорее профилепреобразующую роль [5, 7].

Почвенный покров рекультивационной площадки представлен техноземом органогенным (в классификации также выделяют техноземы гумусогенный, литогенный и пр.). Гумусово-аккумулятивный горизонт не может быть кардинально изменен последующими процессами почвообразования, но основные свойства его трансформируются в направлении формирования более устойчивой в данных условиях системы [5]. При слабой дифференциации минеральной части профиля, эмбриоземы различаются морфологией и генезисом органогенных горизонтов: в органо-аккумулятивном имеется подстилка A_0, в дерновом – горизонт $A_д$, в гумусово-аккумулятивном горизонт A_1 [8].

Детальное картографирование поверхности хвостохранилища позволило определить долю различных типов молодых почв в структуре почвенного покрова геоморфологических участков. На рекультивационной площадке доминирует технозем органогенный – 71,56 %, доля эмбриозема инициального составляет 28,44 %, приближаясь к 100 % на участке самозарастания. Ниже приводится морфологическое описание профилей молодых почв на опытном участке.

Разрез 1. Технозем органогенный на рекультивационной площадке, сформирован в приустьевой зоне хвостохранилища, 17 лет после отсыпки ОСВ.

A_0 (0-1 см) Темно-бурый степной войлок средней степени разложения.

$A_д$ (1-10 см) Темно-серый, неясно выраженная комковато-порошистая структура, рыхлый, легкий суглинок, переход заметный по количеству корней и структуре.

D_1 (10-30 см) От серого до темно-бурого, выражена слоистость, рыхлый, материал гидроотвала супесчаного состава.

D_2 (30-50 см) Супесь с прослойками бурого песка.

D_3 (50-60 см) Равномерный плотный песок.

Разрез 2. Эмбриозем инициальный на участке самозарастания старше 25 лет, расположен в приустьевой зоне хвостохранилища.

C_1 (0-20 см) Светло-серый, комковато-плитчатая структура, средний суглинок, единичные корни.

C_2 (20-70 см) Серый, плитчатая структура, уплотнен, средний суглинок, без корней.

Основные физико-химические показатели почв определены стандартными аналитическими методами анализа (содержание органического углерода $C_{орг}$ и гумуса по И.В. Тюрину, емкость катионного обмена по Бобко-Аскинази-Алешину в модификации Грабарова и Уваровой, гранулометрический состав по методике Н.А. Качинского, pH почвенной вытяжки – потенциометрически).

В связи с высоким содержанием органики в массе ОСВ, концентрация $C_{орг}$ в горизонте $A_д$ технозема органогенного достигает 5,86 % (10,1 % гумуса), значение емкости катионного обмена составляет 24,73 мг-экв/100 г почвы в горизонте $A_д$, понижаясь до 15,53…15,76 в горизонтах D_1, D_2. Содержание $C_{орг}$ (гумуса) в эмбриоземе инициальном незначительно – 1,92 % (3,32 %), при значении ЕКО 15,08. Значения pH молодых почв находятся в диапазоне 6,99…7,17.

Результаты гранулометрического анализа молодых почв гидроотвала согласуются с ранее полученными данными [Андроханов, Овсянникова, Курачев, 2000]. Высокая доля фракций физического песка в горизонте C_1 (94,91 %) эмбриозема инициального унаследована от фазы техногенеза. Благодаря процессам гумификации и накопления органических веществ в ОСВ, исходный субстрат отвала обогащается глинистыми фракциями, доля песчаных фракций снижается до 80,43 %.

Основной чертой растительного покрова изучаемых техногенных объектов является связанное с поэтапностью развития почв и биоценозов формирование фитоценозов, свойственных только техногенным ландшафтам.

Рассмотрим структуру фитоценозов ключевых участков хвостохранилища. На не перекрытой породе хвостохранилища сукцессионных смен не происходит. Видовой состав простого лугово-болотного сообщества на рекультивационной площадке был определен семенным материалом, внесенным вместе с ОСВ. Посев длиннокорневых и рыхлокустовых злаков в 1997 – 1998 гг. привел к развитию устойчивого злаково-полынного культурфитоценоза. С 1999 – 2001 гг. отмечается распространение и последующее поселение диаспор высших растений с естественных ландшафтов [4].

При исследовании структуры фитоценоза опытной площадки выявлено 30 видов растений, из них 7 % – представители семейства *Fabaceae*: *Melilotus officinalis Pall.*, *Melilotus albus Medik.* и др., 17 % – представители семейства *Poaceae*: *Bromus arvensis L.*, *Festuca pratensis Huds, Dactylis glomerata L.*, *Poa pratensis L.*, *Agrostis tenuis Sibth.*, *Echium vulgare L.* В группе разнотравья доминируют *Artemisia vulgaris L.*, *Artemisia absinthium L.*, *Echium vulgare L.*, *Lappula squarrosa (Retz.)*. Соотношение экогрупп растений выглядит так: мезофиты 30 %, мезоксерофиты 47 %, ксеромезофиты 7 %, ксерофиты 37 % [9].

В фитоценозе участка самозарастания выявлено 11 видов растений; 27 % представляют древесно-кустарниковую растительность *Hippophae rhamnoides L.*, *Elaeagnus argentea*, *Sorbus sibirica Hedl.* и др.; 18 % – семейство *Fabaceae*: *Medicago sativa L.*, *Medicago lupulina L.*, разнотравье – 55 % (*Artemisia vulgaris L.*, *Artemisia absinthium*, *Echium vulgare L.*, *Chelidonium majus L.* и др.). Доля мезофитов в фитоценозе – 36 %, мезоксерофитов 9 %, по 27,5 % ксеромезофитов и ксерофитов [Берлякова, Ермак, 2009, 2011].

Соответственно, видовое разнообразие двух фитоценозов различается в три раза. Виды, произрастающие на участке самозарастания, весьма толерантны к неблагоприятным условиям окружающей среды. Длительное существование инициальной растительной группировки определяет направление дальнейшего

развития растительного сообщества и преобразования субстрата гидроотвала, способствуя формированию экологических ниш. Например, представители семейства *Fabaceae* инициируют процессы накопления азота в профиле эмбриозема инициального, снижая степень стерильности породы. Однако этот процесс ингибируется воздействием неблагоприятных эдафических условий в поверхностных слоях гидроотвала.

Этому способствует высокий ксероморфизм породы хвостов. На участке самозарастания в равной степени представлены ксеромезофиты и ксерофиты. Появление мезоксерофитов на рекультивационной площадке свидетельствует о более благоприятном водном режиме в профиле технозема органогенного. Смена ботанического состава на многолетние травы с преобладанием представителей семейств *Fabaceae* и *Poaceae* здесь во многом стала возможной благодаря наличию в верхней части профиля веществ, обеспечивающих минеральное питание корневой системы растений.

Анализ основных показателей почвенного покрова в комплексе со структурой фитоценозов дал возможность оценить почвенно-экологическое состояние рекультивированной площадки со сложным растительным сообществом как относительное, участка самозарастания с пионерной растительной группировкой как неудовлетворительное.

Однако быстрое формирование органо-аккумулятивного горизонта с применением ОСВ не дает возможности решить все почвенно-экологические проблемы поверхности хвостохранилища в связи с отсутствием в профиле технозема органогенного признаков деструкционных и гумификационных процессов. Вместе с тем, применение данной технологии рекультивации позволяет заметно снизить напряженность функционирования сформированных фитоценозов [7].

Таким образом, в отсутствие технологий промышленной переработки породы «хвостов», санитарно-противоэрозионная рекультивация с закреплением поверхностных слоев гидроотвала является наиболее хозяйственно и экологически эффективной. Снижение отрицательного воздействия гидроотвала на городскую среду станет возможным при создании местообитаний, почвенно-экологические функции которых обеспечат устойчивое развитие фитоценозов, а применение ОСВ в качестве нетрадиционного почвоулучшителя позволит решить проблему, связанную с перегруженностью иловых площадок.

Литература

1. Мазикин В.П. Состояние и перспективы развития угольной промышленности Кузбасса на пороге XXI века // Материалы междунар. науч.-практ. конф. «Экологические проблемы угледобывающей отрасли в регионе при переходе к устойчивому развитию». – Кемерово, 1999. – Т. 1. – С. 3-22.

2. Водолеев А.С., Андроханов В.А., Клековкин С.Ю. Организационные и технологические альтернативы рекультивации техногенно нарушенных земель // Эко-бюллетень ИнЭкА. – 2008. - № 4 (129). – С. 26-28.

3. Евилевич А.З., Евилевич М.А. Утилизация осадков сточных вод. – Ленинград: Стройиздат, 1988. – 248 с.

4. Водолеев А.С. Рекультивация техногенно нарушенных земель Южного Кузбасса с использованием нетрадиционных мелиорантов: Автореф. дис. докт. с.-х. наук. – Барнаул. 2007. – 33 с.

5. Андроханов В.А., Овсянникова С.В., Курачев В.М. Техноземы: свойства, режимы, функционирование. – Новосибирск: Наука, 2000. – 200 с.

6. Гаджиев И.М., Курачев В.М., Андроханов В.А. Стратегия и перспективы решения проблем рекультивации нарушенных земель. – Новосибирск: ЦЭРИС, 2001. – 37 с.

7. Андроханов В.А., Курачев В.М. Почвенно-экологическое состояние техногенных ландшафтов: динамика и оценка. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2010. – 224 с.

8. Двуреченский В.Г., Соколов Д.А., Топоровская А.А., Берлякова О.Г. Почвенно-экологическое состояние урбанизированных территорий Западной Сибири (на примере г. Новокузнецка) // Почвоведение и агрохимия. – Алма-Ата, 2011. № 2. С. 5-14.

9. Берлякова О.Г., Ермак Н.Б. Характеристика почвенно-экологического состояния природно-техногенных комплексов города Новокузнецка // сборник материалов Междунар. науч. конф. «Природно-техногенные комплексы: рекультивация и устойчивое функционирование». – Новосибирск: издательство Окарина, 2013. – С. 63-67.

УДК 911.9

ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВ ПРИПОЛЯРНОГО УРАЛА ХАНТЫ-МАНСИЙСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА-ЮГРЫ

Д.А. Селиванова[1], Д.В. Московченко[2]

[1]Автономное учреждение Ханты-Мансийского автономного округа-Югры «Научно-аналитический центр рационального недропользования им. В.И. Шпильмана», [2]Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем освоения Севера Сибирского отделения РАН

Ведущими геологами отмечаются благоприятные предпосылки для выявления многих видов минерального сырья промышленных масштабов в горной части Ханты-Мансийского автономного округа-Югры [1, 2, 3]. В перспективе намечается промышленное развитие этой части округа, что делает необходимым оценку фонового экологического состояния.

Почвы являются одним из важнейших объектов экологических исследований, поскольку строение почвенного профиля и химический состав генетических горизонтов отражают комплекс факторов окружающей среды. Особенно важным

является свойство почвенного покрова накапливать загрязняющие вещества, что делает его важнейшим индикатором техногенного геохимического воздействия. Оценка фоновой геохимической структуры почвенного покрова является необходимым этапом экологической оценки территории, прогнозирования устойчивости геосистем, разработки программ экологического мониторинга, экологического нормирования и эффективной рекультивации нарушенных земель.

Геохимические особенности почвенного покрова восточного склона Приполярного Урала изучены недостаточно. Необходимо отметить анализ микроэлементного состава почв, почвообразующих пород и донных отложений верхнего течения р. Хулга и Народа Московченко Д.В. [4], ряд обзорных работ по анализу микроэлементного состава почв и почвообразующих пород Западной Сибири Сорокиной Е.П. и др. [5], Сысо А.И. [6,7].

Эколого-геохимическая оценка состояния почв восточного склона Приполярного Урала проведена нами на двух высотных ступенях – 690 м – 40 м (низкогорье и грядово-увалистое предгорье), в пределах Центрально-Уральской (Ц), Тагильской (Т) и Зауральской (З) структурно-минерагенических мегазон [2]. Формирование почв территории происходит под влиянием подзолистого процесса, оглеения и торфонакопления. Почвы имеют маломощный, укороченный профиль и значительную долю щебня в составе почвенных генетических горизонтов. В структуре почвенного покрова широко представлены горные подзолы, подбуры, глее-подзолистые почвы.

В ходе исследований описаны основные типы геосистем и их сопряжения на ландшафтно-геохимических профилях (катенах), пересекающих различные элементы рельефа. Для исследования закономерностей миграции веществ точки геохимического опробования размещались на профилях, проходящих от местного водораздела к депрессии рельефа и объединенных латеральными направленными миграционными потоками. Таким образом, были обследованы различные ландшафтно-геохимические комплексы – элювиальные (Э), трансэлювиально-аккумулятивные (ТЭА) и аккумулятивные (А). Было отобрано 44 пробы по 11 почвенным профилям, 4 пробы по каждому профилю (рис. 1).

Химический анализ почвенных образцов был проведен в лаборатории экологических исследований Тюменского государственного университета по сертифицированным методикам. В пробах было определено содержание валовых и подвижных форм металлов (Pb, Cu, Zn, Mn, Cr, Ni, Fe), pH водной вытяжки, нефтепродуктов, бенз(а)пирена, подвижных форм фосфора, сульфатов, хлоридов, нитратного и аммонийного азота.

Для выявления закономерностей формирования химического состава группировка данных и последующая статистическая обработка проводилась по трем вариантам: по типу ландшафтно-геохимического комплекса, определяемого положением в рельефе, по геологическим условиям формирования [8, 2] и по генезису четвертичных отложений [9]. Проведены вычисления средних значений, диапазона варьирования, кратности ПДК (ОДК), кларка концентрации (отношения содержания элемента к кларку почв по А.П. Виноградову) [10].

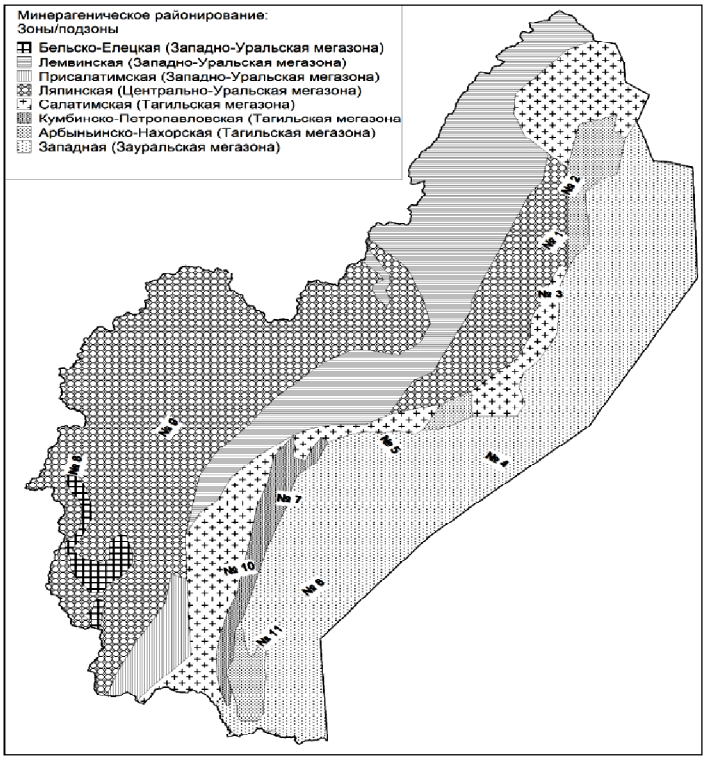


Рис. 1. Почвенные профили на карте-схеме минерагенического районирования [2]

Как показали результаты анализов, обследованные почвы имеют кислую, реже слабокислую реакцию. Величина водородного показателя водной вытяжки составляет 4,02 - 5,92 ед. pH. Наиболее кислая почва – глеетаежная неоподзоленная среднесуглинистая, сформированная на лимноаллювии четвертой надпойменной террасы. Почвы преимущественно малогумусные, что определяет высокую миграционную активность исследуемых металлов. Содержание сульфатов, как правило, не превышает 1 ммоль/100 г почвы, хлоридов – 0,2 ммоль/100 г почвы.

Почвы отличаются довольно богатым микроэлементным составом. Содержание микроэлементов, за исключением марганца, выше среднерегиональных показателей, для свинца и цинка наблюдается практически повсеместное превышение кларка, выявлены отдельные случаи превышения ПДК (ОДК) (табл. 1).

Максимальный уровень содержания металлов в почвах выявлен в пределах Тагильской структурно-минерагенической мегазоны (палеоокеанический сектор, обогащенный металлами). Повышенная концентрация элементов характерна для почв аккумулятивных и трансэлювиально-аккумулятивных геохимических комплексов. В почвах аккумулятивных геохимических комплексов, сформировавшихся на коренных породах девонской и ордовиковской системы, на лимноаллювии, гляциолимнии и аллювии пойменных террас, среднее содержание свинца превышает уровень почвенного кларка в 8,1 раза, цинка - в 1,9 раза, никеля - в 1,5 раза; наблюдаются превышения ПДК подвижных форм свинца (в 4 раза) и никеля (в 4,6 раз).

Таблица 1.

Элементный состав почв восточного склона Приполярного Урала

Мегазоны / зоны	Центрально-Уральская / Ляпинская			Тагильская / Салатимская, Кумбинско-Петропавловская, Арбыньинско-Нахорская			Зауральская / Западная		
Ландшафтно-геохимический комплекс	Э n=4	ТЭА n=4	А n=5	Э n=2	ТЭА n=7	А n=3	Э n=6	ТЭА n=6	А n=7
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Свинец (подв.), мг/кг	1-30,9 12,6 (2,1)	4,4-19,3 13,9 (2,3)	1-50,5 22,0 (3,7)	11,3-14,3 12,8 (2,1)	1-77,4 21,8 (3,6)	17-29,2 24,2 (4,0)	3,4-36,9 19,0 (3,2)	1-56,3 16,0 (2,7)	1-28 7,9 (1,3)
Свинец (вал.), мг/кг	1-123,7 46 (1,5) /4,7/*	14,6-64,4 46,2 (1,4) /4,6/	1-202 79,7 (2,5) /8,0/	37,7-47,7 42,7 (1,3) /4,3/	1-309,5 79,4 (2,5) /7,9/	56,6-97,3 80,6 (2,5) /8,1/	11,5-147,5 71,1 (2,2) /7,1/	1-225 58,8 (1,8) /5,9/	1-93,4 24,8 (0,8) /2,5/
Цинк (подв.), мг/кг	14,5-25,8 20,8 (0,9)	17-24,9 21,3 (0,9)	20,3-26,4 23,0 (1,0)	25,1-27,0 26,1 (1,1)	11,9-28,0 22,0 (1,0)	23,3-27,5 25,4 (1,1)	9,3-27,2 19,9 (0,9)	15,8-29,1 23,3 (1,0)	14,7-29,8 24,4 (1,1)
Цинк (вал.), мг/кг	48,2-86,1 69,3 (0,6) /1,4/	57,1-83,0 71,0 (0,6) /1,4/	67,8-87,9 76,7 (0,7) /1,5/	83,8-108,0 95,9 (0,9) /1,9/	39,5-112,1 83,3 (0,8) /1,7/	77,8-110 96,4 (0,9) /1,9/	31-103,0 69,2 (0,6) /1,4/	52,7-115,8 80,7 (0,7) /1,6/	49,1-115,9 89,4 (0,8) /1,8/
Медь (подв.), мг/кг	2,1-4,8 3,4 (1,1)	2,5-6,7 4,2 (1,4)	3,1-11,8 6,0 (2,0)	7,7-9,0 8,4 (2,8)	2,2-10,9 6,1 (2,0)	6,9-7,9 7,4 (2,5)	0,7-13,0 5,7 (1,9)	3,9-8,1 6,0 (2,0)	3,5-12,4 7,6 (2,5)
Медь (вал.), мг/кг	6,3-16,1 11,1 (0,2) /0,6/	7,2-22,4 13,4 (0,3) /0,7/	10,4-39,4 20,1 (0,4) /1,0/	25,7-30,1 27,9 (0,5) /1,4/	6,5-36,4 20,1 (0,4) /1,0/	23,2-26,2 24,8 (0,5) /1,2/	2,1-43,4 18,8 (0,4) /0,9/	13,1-27,0 20,1 (0,4) /1,0/	11,6-41,5 25,2 (0,5) /1,3/
Железо подвижное (общее), мг/кг	310-644 520,0	197-976 650,5	159-1246 594,4	727-827 777,0	305-826 481,3	453-938 642,0	375-1005 661,0	222-1751 1101,0	241-1821 901,0
Железо (вал.), мг/г	18,4-48,3 32,5 /0,9/	14,2-46,3 36,7 /1,0/	15,2-42,4 30,7 /0,8/	46,9-58,2 52,6 /1,4/	10,6-59,3 30,4 /0,8/	44,1-55,5 49,3 /1,3/	20,9-67,4 38,7 /1,0/	28,8-71,6 43,0 /1,1/	18,5-66,2 39,8 /1,0/
Марганец (подв.), мг/кг	20,0-20,54 20,1 (0,1)	20,0 (0,1)	20,0 (0,1)	20,0-28,5 24,3 (0,1)	20,0-39,25 23,3 (0,1)	20,0-29,4 23,1 (0,1)	20,0-33,51 23,8 (0,1)	20,0-83,1 40,1 (0,1)	20,0-26,01 21,8 (0,1)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Марганец (вал.), мг/кг	236,5-982,8 537,1 (0,4) /0,6/	362,0-908,1 628,4 (0,4) /0,7/	288,6-837,3 541,6 (0,4) /0,6/	462,8-683,2 573,0 (0,4) /0,7/	249,5-689,3 489,6 (0,3) /0,6/	458,1-594,3 528,2 (0,4) /0,6/	200-835,2 482,1 (0,3) /0,6/	306,9-835,2 607,1 (0,4) /0,7/	266,1-938,8 564,4 (0,4) /0,7/
Хром (подв.), мг/кг	9,9-24,1 15,8	10,9-30,1 17,0	10-29,7 18,7	21,3-26,7 24,0	9,2-29,4 18,8	13-28,3 22,4	3,1-40,3 22,6	12,3-40,5 29,0	15-34,1 26,1
Хром (вал.), мг/кг	32,8-80,5 52,5 (0,6) /0,3/	36,5-120,6 61,9 (0,7) /0,3/	33,2-98,9 62,4 (0,7) /0,3/	71,1-89,1 80,1 (0,9) /0,4/	30,5-98,1 62,5 (0,7) /0,3/	43,4-103,3 80,4 (0,9) /0,4/	10,5-161 84,0 (0,9) /0,4/	40,9-162,1 112,1 (1,2) /0,6/	50-136,5 93,4 (1,0) /0,5/
Никель (подв.), мг/кг	6,5-11,6 8,8 (2,2)	5,1-14,1 8,6 (2,1)	2,9-13,2 7,9 (2,0)	14,4-14,9 14,7 (3,7)	6,4-16,4 11,6 (2,9)	9,9-29 18,3 (4,6)	1,9-24,7 10,8 (2,7)	9,2-25,6 13,5 (3,4)	10,9-27,1 17,1 (4,3)
Никель (вал.), мг/кг	21,6-38,7 29,2 (0,4) /0,7/	16,9-47,0 28,6 (0,4) /0,7/	8,6-44,1 25,8 (0,3) /0,6/	48,0-49,5 48,8 (0,6) /1,2/	21,4-54,5 38,5 (0,5) /1,0/	33,1-96,7 61,1 (0,8) /1,5/	5,6-82,3 35,8 (0,4) /0,9/	30,7-85,3 44,9 (0,6) /1,1/	36,5-91,4 57,2 (0,7) /1,4/

* - в числителе - минимальное и максимальное значение, в знаменателе – среднее значение, (2,1) – кратность ПДК, /6,8/ – кларк концентрации

В почвах элювиальных геохимических комплексов, сформированных на коренных породах девонской системы, а также интрузивных и субвулканических образованиях, на лимноаллювии, элювии и делювии, средняя концентрация цинка превышает величину кларка в 1,9 раз, меди и железа - в 1,4 раза. Среднее содержание хрома повышается в почвах транэлювиально-аккумулятивных и аккумулятивных геохимических комплексов Зауральской структурно-минерагенической мегазоны (112,1 мг/кг и 93,4 мг/кг соответственно), что ниже среднемирового кларка почв (200 мг/кг), но выше среднерегиональных значений (84 мг/кг). Здесь же наблюдается максимальное превышение норматива подвижных форм меди (2,5 ПДК).

Почвы территории по агрохимическим свойствам относятся преимущественно к классам «высокой» и «очень высокой» обеспеченности фосфором [11]. Однако ограничивающим фактором для роста растений будет крайне низкие запасы азота: содержание нитратного азота изменяется от 2,5 до 16,13 мг/кг, аммонийного азота - от 5,0 до 18,13 мг/кг.

Относящийся к полициклическим ароматическим углеводородам бенз(а)пирен фактически отсутствует в пробах почв. Его концентрация повсеместно ниже предела обнаружения (<0,005 мг/кг). Это свидетельствует как об отсутствии техногенных источников, так и о незначительном влиянии лесных пожаров.

Концентрация нефтепродуктов преимущественно низкая (в среднем 0,1-0,5 ПДК). Повышенным уровнем (1230 мг/кг) характеризуется среднеподзолистая глубинно-глееватая легкосуглинистая почва, сформированная на гляциолимнии (ТЭА, 3). Получение повышенного значения возможно за счет недостаточной эффективностью колоночной хроматографии при разделении углеводородных и неуглеводородных компонентов.

Полученные данные свидетельствуют, что на состав почв оказывают влияние как свойства почвообразующих пород, так и факторы внутриландшафтного перераспределения вещества. Вследствие особенностей почвообразующих пород наблюдается высокое содержание свинца, цинка, меди. Результаты хорошо соотносятся с данными предыдущих исследований [4, 5, 6, 7] и могут быть использованы для характеристики фоновой геохимической структуры почвенного покрова восточного склона Приполярного Урала.

Литература

1. Рудный потенциал Ханты-Мансийского автономного округа. Стратегия и тактика геологоразведочного и горнорудного производства. Под редакцией К.К. Золоева, М.С. Рапопорта, А.В. Сурганова, В.Н. Хрыпова. – Екатеринбург – Ханты-Мансийск: Правительство Ханты-Мансийского автономного округа, Департамент природных ресурсов по Уральскому региону, Департамент по нефти, газу и минеральным ресурсам Ханты-Мансийского автономного округа, 2001. – 176 с.

2. Золоев К.К., Федоров О.П. и др. Отчет по научно-исследовательской (тематической работе) «Концепция комплексного промышленного освоения Приполярного Урала на основе опережающего развития транспортной и энергетической

инфраструктуры. Раздел «Недропользование». – Екатеринбург-Ханты-Мансийск: Департамент по нефти, газу и минеральным ресурсам ХМАО-Югры, ОАО «НПЦ Мониторинг», 2005. – 506 с.

3. Золоев К.К. Прогнозно-минерагеническое районирование в форме кластерного анализа // Литосфера. – 2009. – № 6. – С. 3-16.

4. Московченко Д.В. Ландшафтно-геохимические особенности Приполярного и Северного Урала // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. – 2010. – № 10. – С. 197-209.

5. Сорокина Е.П., Дмитриева Н.К., Карпов Л.К., Масленников В.В. Анализ регионального геохимического фона как основа эколого-геохимического картирования равнинных территорий: на примере северной части Западно-Сибирского региона // Прикладная геохимия. – М.: Изд-во ИМГРЭ, 2001. – № 2. – С. 316-338.

6. Сысо А.И. Общие закономерности распределения микроэлементов в покровных отложениях и почвах Западной Сибири // Сибирский экологический журнал. – 2004. - № 3. – С. 273-287.

7. Сысо А.И. Закономерности распределения химических элементов в почвообразующих породах и почвах Западной Сибири. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2007. – 277 с.

8. Атлас ХМАО-Югры. Том 2. Природа. Экология. – Ханты-Мансийск – Москва. Правительство ХМАО-Югры, ОАО «Научно-производственный центр комплексного мониторинга и кадастра природных ресурсов», Географический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, АНО Экспертно-аналитический центр по проблемам окружающей среды «Экотерра», 2004. – С. 21-22.

9. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000 (третье поколение). Уральская серия – Лист Q-41 (Воркута). Объяснительная записка. – СПб.: Изд-во СПб картфабрики ВСЕГЕИ (МПР РФ, Федеральное агентство по недропользованию, ФГУП «ВСЕГЕИ», ЗАО «МИРЕКО», ФГУП «ЗапСибГеоНАЦ»), 2005. – 335 с.

10. Справочник по геохимии / Г.В. Войткевич, А.В. Кокин, А.Е. Мирошников, В.Г. Прохоров. – М.: Недра, – 1990. – 480 с.

11. Сафонов А.Ф. Проектирование систем земледелия хозяйств. – М.: Изд-во МСХА, 1996. – 83 с.

Сессия IV
ГЕОЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РЕГИОНОВ

УДК 330.15:622

РАЗВИТИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ РЫЧАГОВ ИНСТИТУЦИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРИРОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ В ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫХ РЕГИОНАХ

Сухина Е.Н.
ГУ "Институт экономики природопользования и устойчивого развития НАН Украины"

Лишь воздержанность, уважение к другим и ответственность в каждом человеке, основанные на сознательном исполнении заповедей Божиих, позволят человечеству преодолеть возникшие экологические проблемы.
"Позиция Русской Православной Церкви по актуальным проблемам экологии"
(Освященный Архиерейский Собор Русской Православной Церкви, 2–5 февраля 2013 г.)

На сегодняшний день экономические рычаги институциональной системы управления природоохранной деятельностью в горнопромышленных регионах Украины являются несовершенными, поэтому добыча твердых полезных ископаемых связана с загрязнением окружающей природной среды, большими объемами вскрышных пород, которые занимают значительные площади земель, в т.ч. и плодородных, и др. Кроме этого, ученые установили связь между добычей полезных ископаемых и землетрясениями на основании анализа сейсмической активности в местах проведения горных работ, где под землю закачивались отработанные воды – в Техасе, Колорадо, Оклахоме (при добыче нефти в США). Но непонятного происхождения землетрясения начали появляться и в Украине в сейсмологически безопасных районах. Например, в Кривом Роге, где землетрясение может произойти 1 раз в 5 тысяч лет, 24 июня 2013 г. случилось землетрясение магнитудой от 4 до 5 баллов за шкалой Рихтера, и не исключено, что это произошло из-за продолжительной добычи железных руд подземным способом. За последние шесть лет в этом промышленно активном городе было три подземных толчка. В июле 2013 г. дал трещину Домбровский карьер – единственный в мире горнопромышленный объект, где соль добывали открытым способом, в котором хранятся ядовитые отходы от калийного и магниевого производства. В карьере обнаружили открытый карстовый канал диаметром в полметра, из которого выте-

кает от 860 до 1300 кубов грунтовых вод в сутки, что является результатом растворения породы рассолом. Если загрязненные воды попадут в реки (и Днестр), погибнет вся речная флора и фауна этих рек.

Поскольку в данное время в Украине несовершенной является система охраны природы при добыче полезных ископаемых, целесообразным должно стать развитие экономических рычагов институциональной системы управления природоохранной деятельностью в горнопромышленных регионах, а также использование инновационных технологий для создания новых идей и методов управления, как это делает автор статьи [2]. Исходя из того, что в Украине только несколько горнодобывающих предприятий внедряют инновационные технологии, целесообразным является создание приемлемых для них условий внедрения инноваций. А пока продолжается добыча тех полезных ископаемых, которые имеют значительное содержание полезного компонента и благоприятные условия добычи, а труднодоступные ресурсы теряются. Примером относительно высоких потерь железной руды является добыча на шахтах ПАТ "ЕВРАЗ Сухая Балка" (г. Кривой Рог) (автор статьи Е.Н.Сухина наблюдала это в шахте "Юбилейная" на глубине 1340 м, куда автор спускалась мокрыми стремянками из глубины 1180 м).

Некоторые ставки платы за загрязнение окружающей природной среды в скандинавских странах в 50 раз больше, чем в Украине, и их эффективность очень значима. Прямое применение такого опыта в Украине приведет к банкротству и остановке предприятий, поэтому необходимо научно обосновывать ставки платы за загрязнение окружающей природной среды, которые и за рубежом не являются экономически обоснованными. Платежи за загрязнение природы должны иметь рентную основу. Наиболее рациональным решением экологических проблем в горнопромышленных регионах будет кодификация природоохранного законодательства (разработка и принятие Экологического кодекса), и развитие экономического механизма его обеспечения, в основании которого будет находиться экологический рентный платеж (автор термина – Е.Н.Сухина).

В Российской Федерации платежи за загрязнение окружающей природной среды (название является экономически более грамотным, чем украинский "экологический налог") в 2008–2010 годах составили 2,7 % всех налоговых поступлений в сводный бюджет РФ (0,9 % ВВП), и выполняют преимущественно фискальную функцию, а не регулирующую. Дифференциация ставок платы за загрязнение окружающей природной среды может быть стимулом для экологизации предприятий. Существующие в России платежи за загрязнение природы не является стимулом к внедрению предприятиями новых технологий. Экологические платежи составляют около 20 млрд руб./год, что очень мало по сравнению с доходами российских компаний и убытками за загрязнение: в Российской Федерации накопленный эколого-экономический ущерб составляет более 3 трлн руб. и ежегодно увеличивается на сумму от 200 до 300 млрд руб. Российские ученые отмечают необходимость значительного увеличения ставок платежей за загрязнение окружающей природной среды и передачу их администрирования от природоохран-

ных ведомств к налоговым органам, которые способны обеспечить большую прозрачность процедур и сбора платежей.

Актуальность темы исследования подтверждается и тем, что на сегодняшний день происходит разработка соответствующих нормативно-правовых документов. В 2012–2013 годах разрабатывается проект новой редакции Кодекса Украины о недрах с целью повышения эффективности использования и охраны недр, но тем не менее, охрана недр не была приоритетной целью во время разработки данного законопроекта (автор сделала замечания и предоставила соответствующие предложения, которые были применены в законопроекте).

Об актуальности данной проблематики, в т.ч. и решения эколого-экономических проблем в регионах, свидетельствуют международные конференции, симпозиумы, форумы, выставки в Украине, России и зарубежных странах, в большинстве из которых автор принимает участие: "Международная и национальная практика при формировании зеленой экономики и внедрение стратегии национальной экологической политики Украины на период до 2020 года" Международного экологического форума "Окружающая природная среда для Украины", "Казантип-ЭКО–2013. Инновационные пути решения актуальных проблем базовых областей, экологии, енерго- и ресурсосбережения", "Актуальные вопросы мониторинга и научного сопровождения недропользования и геологической экспертизы "ГЕОмониторинг-2013", 3-й Международный Форум чистых технологий в Украине ECOSMART–2013 (в рамках которого проводится семинар "Израильские водные технологии для Украины"), Национальный форум "Обращение с отходами в Украине: законодательство, экономика, технологии", Международный форум «GREEN MIND», Международный семинар "Сохраним климат вместе" (Япония–Украина), где автор получила соответствующий сертификат об обучении от Японской организации развития новых энергетических и промышленных технологий (НЕДО), а также сертификаты – на международных открытых семинарах-тренингах: "Енергоэффективность в фонде строений" и "Енергоэффективность в промышленности", которые проводились в Институте энергосбережения и энергоменеджмента НТУУ «КПИ» при участии Украинско-японского центра, а также об окончании дистанционного курса "Управление инновационными проектами в области энергосбережения". В Российской Федерации проходят: Тринадцатая междувузовская молодежная научная конференция "Школа экологической геологии и рационального недропользования (Экогеология – 2013)" (СПбГУ, г. Санкт-Петербург), I Международная научно-практическая конференция "Регионы Евразии: стратегии и механизмы модернизации, инновационно-технологического развития и сотрудничества" (ИНИОН РАН, г. Москва) и др. За рубежом – "Carbon Dioxide Utilisation Summit 2013" (саммит "Утилизация углекислого газа", 2013 г., Брюссель, Бельгия); "Optimising Enhanced Oil Recovery 2013" ("Оптимизация повышения нефтеотдачи", 2013 г., Доха, Катар) и др.

В сентябре 2013 г. академик Разовский Ю.В. и автор данной научной статьи, как и в 2011 г. планируют участвовать в международном конкурсе научно-исследовательских проектов "Российский гуманитарный научный фонд (РГНФ) –

Национальная академия наук Украины (НАН Украины)" по приоритетной теме "Сравнительное изучение современных социально-экономических, политических и культурных преобразований в Российской Федерации и в Украине" с собственным подготовленным проектом "Сравнительное изучение социально-экономических преобразований в России и Украине в сфере использования природных ресурсов недр". Автор является представителем ведущей Международной научной школы "Сверхприбыль недр", научным руководителем которой является академик РАЕН, д.э.н., проф. Ю.В.Разовский, и его ученицей. Автор ведет активную работу над возобновлением научной школы экономики недропользования в системе НАН Украины, которую упразднили вместе с ликвидацией СОПС НАН Украины.

Целью данного научного исследования является оптимизация институциональной системы управления природоохранной деятельностью в горнопромышленных регионах путем развития её инновационных экономических рычагов.

Автор разработала несколько методологических подходов развития экономического механизма экологизации горнодобывающего производства в Украине. Недропользователи, пользуясь тем, что установлены весьма низкие ставки платы за загрязнение окружающей природной среды и штрафы (по сравнению с зарубежными государствами; и выгоднее заплатить, а не проводить предупредительные природоохранные мероприятия), осуществляют выбросы вредных загрязняющих веществ в атмосферу, сброс загрязненных вод (в т.ч. шахтных) в больших объемах и др. Для повышения эффективности налоговой системы и обеспечения проведения природоохранных мероприятий в первую очередь целесообразно изымать у хозяйствующих субъектов природную ренту, в том числе и экологическую. Проанализированные экономические механизмы реализации экологической политики недостаточно эффективны ни в Украине [5], ни в России, ни в других зарубежных странах. По мнению автора, наиболее перспективным экономическим рычагом институциональной системы управления природоохранной деятельностью в горнопромышленных регионах является изъятие платы за пользование природными ресурсами и за загрязнение окружающей природной среды, поэтому автор остановилась именно на углубленном изучении и развитии указанного экономического механизма.

В Украине плата за загрязнение окружающей природной среды базируется не на рентном доходе. Рентный доход хозяйствующим субъектам обеспечивает бесплатный ассимиляционный потенциал окружающей природной среды ($АП_{опс}$), поэтому определение размера платы за загрязнение окружающей природной среды должно базироваться на основе определения стоимости той части $АП_{опс}$, которую предприятие использует в процессе своей деятельности.

Одним из направлений экологизации горнодобывающего производства является учет и стоимостная оценка использованного ассимиляционного потенциала окружающей природной среды как основы экологической ренты [3]. Целесообразно разрабатывать методологические подходы к экономической оценке использованного ассимиляционного потенциала воздушной среды (на основе искусст-

венного фотосинтеза), водной (что базируется на стоимости очищения воды путем ее деминерализации и глубокой очистки), почвенной (на основе стоимости восстановления плодородия почвы) и др. Предприятиям целесообразно аккумулировать средства на закупку, установление и эксплуатацию установок искусственного фотосинтеза для производства кислорода и топлива для автомобилей (этанола), а также поглощение углекислого газа. Такие системы разработала японская фирма "Panasonic" в 2012 г., и уже значительное количество фирм мира приобрели патенты.

Что касается механизма функционирования системы компенсации за негативное воздействие на водные ресурсы, автор статьи долгое время искала цифры по очистке промышленных вод за рубежом для научного обоснования размеров ставок для экологического рентного платежа. Во время 3-го Международного Форума чистых технологий в Украине "ECOSMART–2013" (в рамках которого проводился семинар "Израильские водные технологии для Украины") по просьбе автора статьи израильские специалисты озвучили стоимость очистки воды (в Израиле очистка воды считается одной из лучших в мире): 50 центов/м^3 – стоимость очистки сточных вод до состояния питьевой воды, 40 центов/м^3 – до технической, 20 центов/ м^3 – для воды, которая используется в сельском хозяйстве. Опреснение (деминерализация) морской воды в Израиле стоит 55 центов/м^3. По данным Донецкого государственного института проектирования шахт ("Донгипрошахт"), стоимость деминерализации воды в Украине составляет 4,64 грн./м^3 (58 центов – даже больше, чем в Израиле) (2013 г.). Наиболее реальная стоимость воды – от 3,5 до 5,0 $ США. Такая стоимость воды уже во многих странах: Германии (4,5 ЕВРО), Англии, Израиле, Бельгии. Из таких цен нужно выходить на адекватные ставки платы за загрязнение воды. В Украине же ставка налога за сброс в водные объекты 1 кг сульфатов (и хлоридов) составляет лишь 2,7 копейки. В Российской Федерации разработана установка по переработке углеродоемких отходов в синтетическое моторное топливо (200 л/час стоимостью 4 коп./л в валюте РФ). Данная технология была разработана специалистами томской компании НПО "Базальт" "АИСТ-200". Предварительная стоимость установки – 12–17 млн. руб., срок окупаемости – 19 месяцев. Эта система позволяет также очищать и загрязненную воду.

Что касается проблемы отходов, целесообразно ставить цель достижения нулевого показателя размещения отходов в окружающей природной среде, как это практикуют в странах Европейского Союза. Согласно статье 246.2 Налогового кодекса Украины ставка налога за размещение малоопасных нетоксичных отходов горнодобывающей промышленности составляет 0,29 грн./т. Возникает вопрос: как можно за 29 копеек нейтрализовать целую тонну отходов?

Необходимо включать в экономическую оценку минерально-сырьевых ресурсов экологические ограничения, стоимость утраченного ассимиляционного потенциала окружающей природной среды; затраты на ликвидацию горнодобывающих предприятий, рекультивацию земель и др. [4]. Целесообразным называть экономическую оценку запасов полезных ископаемых эколого-экономической

оценкой (и нормативно закрепить), как это сделал известный российский ученый С.А.Панков в своей монографии [1].

За рубежом для достижения баланса интересов владельцев ресурсов и природопользователей наибольшее значение имеют четкое законодательное закрепление властных полномочий, юридический контроль над природопользованием, установление справедливой системы налогообложения и государственная инвестиционная поддержка. В странах с высокоразвитой экономикой именно государство играет значительную роль в построении рациональной системы природопользования. Украина же до сих пор остается страной третьего мира с сырьевой ориентацией, поскольку признаком этого является присутствие соглашений о распределении продукции (СРП), от которых высокоразвитые государства отказались. В 2013 г. в Украине снова разрабатывается новый законопроект о соглашениях о распределении продукции. Автор научной статьи предоставила в Минприроды Украины соответствующие замечания, поскольку СРП присущи странам сырьевым придаткам развитых стран.

Заключение

Таким образом, оптимизация институциональной системы управления природоохранной деятельностью в регионах добычи твердых полезных ископаемых путем развития её инновационных экономических рычагов – определении адекватных размеров ставок платы за загрязнение окружающей природной среды, основанных на рентном подходе, и др. – позволит улучшить состояние природы при добыче и использовании полезных ископаемых и здоровье населения, модернизировать положения Налогового кодекса Украины, привлекать инвестиции, сформировать доверие населения к добывающим предприятиям и прочее.

Литература

1. Панков С.А. Эколого-экономическая оценка месторождений минерального сырья (на примере общераспространенных полезных ископаемых). – 2-е изд., исправл. и доп. – Ставрополь: Изд-во СГУ, 2011. – 152 с.

2. Разовский Ю.В., Сухина Е.Н. Инновационный метод учета ассимиляционного потенциала природы в стоимостной оценке запасов полезных ископаемых // Інновації і трансфер технологій: від ідеї до прибутку : матеріали IV міжнар. наук.-практ. конф. (Дніпропетровськ, 24–26 квітня 2013 р.) / ред. кол.: В.Я.Швець [та ін.]. – Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2013. – С. 85–87.

3. Разовский Ю.В. Формирование методологических подходов к определению размера экологической ренты в Украине и России / Ю.В.Разовский, Е.Н.Сухина // Сталий розвиток економіки. – 2012. – № 7 (17). – С. 54–62.

4. Сухина Е.Н. Предложения по развитию экономики недропользования в Украине и России (в т.ч. по развитию экономики природоохранной деятельности в горнопромышленных регионах) // Перспективы скоординированного социально-экономического развития России и Украины в общеевропейском контексте : труды Первой конф. по одноименной Программе фундаментальных исследова-

ний Президиума РАН (Москва, 30–31 октября 2012 г. (и 15 июня 2012 г.) / Отв. ред. Ю.С. Пивоваров. – М.: ИНИОН РАН, 2013. – С. 321–324.

5. Сухина Е.Н., Улицкий О.А. Обновление механизмов эколого-экономического регулирования в сфере недропользования // Экологические проблемы недропользования. Наука и образование : материалы Пятой международной научной конференции, (Санкт-Петербург, 19–24 ноября 2012 г.). – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет. – С. 280–284.

УДК 339.9

СОВРЕМЕННЫЕ ГЕОЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ УКРАИНЫ

Коновал С. В.
Черкасского государственного технологического университета

В современном мире конкурентоспособность страны зависит от того, насколько успешно и адекватно она определяет свою стратегию и оценивает доступные ресурсы в сфере геоэкономики. Геоэкономика - интеграция в мировую сеть инфраструктур - оперирует понятиями «народнохозяйственный комплекс», «глобальные рынки», «геоэкономические потоки». Для Украины в ближайшее время основным средством участия в мировой кооперации будет инфраструктурное обеспечение коммуникаций «Запад - Восток» и «Север - Юг». Надлежащим образом решить эту задачу она сможет, лишь четко определив свои экономические отношения с ближайшими соседями - частями этих крупных инфраструктурных коридоров, транспортных путей - Россией, Польшей, Венгрией, Беларусью, странами Черноморского бассейна. В рамках геоэкономики следует обратить внимание на два типа ресурсов - потоки (финансовые, товарные, услуг, человеческие и др.), которые проходят через территорию Украины, и технологические циклы, в которых она является составным элементом.

Разработка стратегии развития регионов в современных условиях возможна лишь при рассмотрении его как части мировой экономической системы. Согласно современной парадигме регионального экономического развития, глобальная экономика понимается как система взаимодействий между региональными экономиками.

Глобализация, в процессе которой происходят стремительно развивающиеся геоэкономические явления, обуславливает необходимость разработки стратегии развития региона в геоэкономическом пространстве. Разработка стратегии может включать несколько основных методологических принципов.

Необходимо произвести "инвентаризацию" региональных ресурсов и оценить их возможности для геоэкономического развития региона. Законодательная база должна быть сформирована на основе принципа максимальной открыто-

сти и защищенности региональных интересов. Для уменьшения негативных воздействий коррупции важно обеспечить информационную прозрачность процесса принятия решений по внешнеэкономическим стратегиям и контактам. Соблюдение принципа информационной прозрачности также содействует повышению инвестиционной привлекательности региона, что чрезвычайно актуально для экономического развития. Необходимо создать условия для активизации инновационной деятельности. Региональная геоэкономическая стратегия должна стать приоритетной сферой экономической политики в целом.

В мировой практике накоплен опыт успешного геоэкономического развития для стран и регионов, бывших в недалеком прошлом отсталыми и неконкурентными, его необходимо изучить и привлечь для освоения.

Коротко охарактеризуем технологические и энергопроизводственные цепи, в которых принимает участие Украина. Это, во-первых, трудозатратные производственные цепи, в которых Украина постепенно движется в сторону освоения «авторитетных технологий». Во-вторых, включение страны в экологически грязные цепи заключается в попытках других государств разместить на ее территории отходы атомной промышленности и вредное химическое производство. В-третьих, есть вероятность не включения Украины в энергоемкие цепи из-за ее неконкурентоспособности в этой сфере. В-четвертых, из-за отсутствия намерений технологического переоснащения основных производственных фондов Украины. Современная украинская экономика не может предложить сферы экономического взаимодействия с миром, которые можно было бы считать стратегически конкурентоспособным. Экономические и социально-политические ориентиры советской эпохи не позволяют Украине стать «привлекательной площадкой» для иностранных инвестиций. К сожалению, в стране до сих пор отсутствуют механизмы и инфраструктура конкуренции биосферных, человеческих и организационных ресурсов. И затем воспроизводится модель экстенсивного освоения ресурсов. Отечественная высокотехнологичная продукция не попадает на мировые рынки. Все это приводит к медленной утилизации постсоветской экономики и ее ключевых инфраструктур, деиндустриализации, деурбанизации и провинциализации страны. При таких условиях Украина в лучшем случае останется партнером ЕС, рынком сбыта неконкурентоспособных на мировом рынке товаров и услуг и определенным поставщиком человеческого капитала в другие страны. Для того чтобы не быть побежденной в этой борьбе, ей придется интенсифицировать использование трудовых ресурсов и стараться не превратиться в страну «вторичных технологий».

Добывающая промышленность является составляющей и неотъемлемой частью минерально-сырьевого комплекса Украины. Работа предприятий добывающей промышленности определяет состояние дел в базовых отраслях промышленности, в частности металлургической, машиностроительной, строительной и агропромышленном комплексах. Добывающая промышленность Украины сейчас находится в непростом положении. Общий мировой финансово-экономический кризис, начавшийся в третьем квартале 2008 г., сказался как на экономике страны

в целом, так и на ее базовых отраслях, в том числе и на добывающей промышленности. Кроме внешних факторов (мировой финансово-экономический кризис, процессы глобализации), негативное влияние на работу отечественной добывающей промышленности осуществляется государством через несовершенное законодательство. Современное состояние основных производственных фондов добывающей промышленности оценивают как таковой, что и физически (износ более 65%), и морально устарели. Поэтому, по мнению специалистов, нормальное развитие добывающей промышленности может быть обеспечено только с помощью инновационной деятельности. Техническое переоснащение добывающих предприятий необходимо осуществлять не только для уменьшения потерь полезных ископаемых при их добыче и переработке, а также в целях обеспечения промышленной безопасности. Итак, основным способом обеспечения устойчивого развития добывающей промышленности в современных экономических условиях является инновационно-инвестиционный способ развития, который предусматривает не только модернизацию и техническое переоснащение производства, но реструктуризацию его. Горнодобывающая промышленность - отрасль, связанная с добычей и первичной обработкой полезных ископаемых. Первичную обработку часто еще называют обогащением, при этом в сырье увеличивается процент полезных элементов и уменьшается балласт.

Несмотря на то, что в развитых странах горнодобывающая промышленность относится к ведущим, треть своих потребностей в продукции добывающей промышленности они удовлетворяют за счет импорта из экономически отсталых стран.

Потребителей минерального сырья в мире много. Это объясняется, в частности, и тем, что редкие виды минерального сырья добывают в одной (или нескольких) стране, а спрос на них у многих. В некоторых странах, богатых на минеральное сырье, нет определенных ее видов. Страны, потребляющие добытое минеральное сырье, отличаются объемами импортируемых полезных ископаемых, что объясняется экономическим потенциалом соответствующей страны.

.На сегодняшний день в Украине насчитывается около 300 предприятий, производящих щебеночную продукцию. После кризиса в данной области, предприятия по выпуску щебня постепенно обновляют технологическое оборудование, переходят на изготовление изометрического щебня (кубовидного), который имеет больший спрос в современном строительстве. В течение последних 5-7 лет в значительном количестве щебеночных предприятий было инвестировано средства иностранных компаний (в основном российских).

Производство щебня в Украине можно классифицировать по основным видам - гранитный щебень, гравийный щебень, известковый щебень. Производство гранитного щебня заключается в измельчении горных пород, залегающих в естественных скальных массивах. Для этого массивы подрывают путем взрывов для получения горной массы и бутового камня, которые дальше измельчают на дробилках и просеивают, разделяя на фракции по размеру зерен. Гравийный щебень (гравий) получают путем просеивания карьерной породы. Он имеет более низкую

прочность, чем гранитный, но в то же время и низкую радиоактивность. Используется такой щебень для строительства дорог, бетонов и железобетонных изделий. Известковый щебень используется преимущественно как подушка для основания дорог при их строительстве. Как правило, направления использования щебня зависят от специализации предприятий, которые используют. Выделяют пять основных групп предприятий, в своей деятельности используют щебеночную продукцию: 1. Заводы железобетонных изделий и конструкций, домостроительные комбинаты, производители товарного бетона; 2. Дорожно-строительные организации и организации, занимающиеся ремонтом и обслуживанием дорог - для устройства покрытий и оснований автомобильных дорог; 3. Организации по ремонту железнодорожного пути - балластный слой железнодорожного пути; 3. Организации и предприниматели, оказывающие услуги в области садово-парковой индустрии и ландшафтного дизайна - для устройства покрытий и оснований дорожек и площадок; 4. Организации, выполняющие работы, связанные с жилищно-коммунальным хозяйством и благоустройством территорий - для устройства покрытий и оснований пешеходных дорог и площадок.

Лидером среди потребителей щебня является отрасль производства товарного бетона. Производители бетона размещаются вокруг крупных городов (в радиусе до 100 км), где реализуются крупные строительные проекты. Киев и столичный регион являются крупнейшими потребителями бетона - его здесь используется в 4-5 раз больше, чем в любом другом регионе Украины. Больше бетона потребляют большие строительные компании. На рынке щебеночной продукции сегодня уже сложились основные тенденции: наибольшим спросом пользуется смесь щебня фракции 5-20 мм; наибольший спрос есть на кубовидный щебень; увеличивается спрос на щебень фракции 0,63-2 мм, используемый как рубероидная присыпка.

По существующей информации, экспорт щебня и крошки из природного камня в 2007 году составил 14,1 млн. т на сумму 160,2 млн. долларов США, что по сравнению с 2005 годом увеличился в количестве на 107%, а в стоимости - на 239%. Основными потребителями этой продукции являются Россия, Литва, Молдова, Беларусь. Российский рынок является наиболее емким для украинского щебня. Несмотря на то, что в России на Северном Кавказе, Урале, Карелии, Калужской области есть запасы собственного щебня, украинская продукция пользуется огромным спросом.

Литература

1. Бондарева Я.Ю. Проблемы геоэкономического развития регионов. Научный журнал "Успехи современного естествознания", №12, 2008.

2. Гранберг А.Г. Основы региональной экономики. Учебник для вузов. М.: Изд-во ГУ ВШЭ, 2001.

3. Кочетов Э.Г. Глобалистика: теория, методология, практика. М., 2002.

УДК [314.17:332.12](571.17)

ДЕМОГРАФИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ КАК ГЕОЭКОНОМИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА (НА ПРИМЕРЕ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ)

Т.В. Лешуков
Кемеровский государственный университет

Кемеровская область является одним из индустриально развитых и густонаселенных регионов Сибирского Федерального округа. Одним из показателей, определяющих развитие любого региона, является демографическая стабильность, отражающая постоянное естественное замещение населения, а значит и замещение трудоспособного населения, что для экономики, в которой преобладают трудоемкие производства, имеют огромное значение. С помощью демографических данных можно идентифицировать конкурентоспособность региона. Таким образом, отток населения и естественная убыль населения на определенной территории свидетельствуют либо о неблагоприятных условиях ее проживания, либо о низком качестве жизни в регионе. Для Кемеровской области свойственны эти два процесса, что отрицательно сказывается на экономике региона. С 1943 года численность населения всегда увеличивалась благодаря миграционному и естественному приросту. Максимальное значение численности населения наблюдалось в 1989 году и составляло 3,176 млн. человек. После 1989 года постоянная численность населения стала снижаться за счет уменьшения рождаемости и роста смертности, а также оттока граждан из региона. В 1992 году в области показатель смертности превысил рождаемость в 1,72раза. Соотношение смертности и рождаемости имело следующий вид 88515/51490 (смертей/рождений). После 1992 года Кемеровская область потеряла 11,51% или 356045 человек. Одной из главных геоэкономических проблем развития Кемеровской области остается депопуляция – систематическое уменьшение абсолютной численности населения, которое с 1989 года по 2013 год составило 433360 человек или 13,65%. Наблюдается убыль населения и заболеваемость населения, в частности трудоспособного возраста. Все это происходит на фоне постоянно изменяющейся миграции населения, которая лишь частично снижает потери от естественной убыли населения, либо увеличивает ее. Реализуемые программы социально-экономического развития Кемеровской области не позволили изменить тенденцию сокращения численности населения, что подтверждается статистическими данными за последние 7 лет (см. таблицу 1. [1]), когда сокращение население составило 3,38% или 95893человека. В связи с этим, экономическая безопасность Кемеровской области остается под угрозой демографического кризиса, и делает данную проблему особенно актуальной с точки зрения экономики и политики.

Таблица 1

Численность населения Кемеровской области с 2006-2013 год на 1января текущего года

Год	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013*
Численность населения	2838533	2826295	2823539	2821859	2772964	2761255	2750829	2742640

Примечание:*- предварительные данные на 1 января 2013 года

Негативное влияние на численность населения оказывает естественная убыль населения и внешняя миграция, что можно увидеть в представленной таблице 2. Статистические данные были получены из государственного доклада о санитарно-эпидемиологической обстановке в Кемеровской области на 2011 год и сайта «Единая межведомственная информационно-статистическая система» [2, 3].

Таблица 2

Динамика естественной убыли и миграционного прироста населения Кемеровской области за 2007-2011 гг.

Годы	2007	2008	2009	2010	2011
Естественная прирост (убыль)	-12574	-9446	-7257	-8152	-7622
Миграционный прирост	9818	7766	6034	537	-2804

С 2007 по 2011 год размеры естественной убыли уменьшились на 1,6 раза. Это обусловлено ростом рождаемости и уменьшением смертности в регионе. В 2011 году рождаемость увеличилась на 5%, общая смертность снизилась на 6,6%. Миграционный прирост имеет большое значение для демографической безопасности региона, позволяя сохранять общую численность населения в регионе, а также предоставляя дополнительные трудовые ресурсы экономике области, но одновременно он связан с различными социальными проблемами. Он определяется разницей между числом прибывших мигрантов и числом эмигрантов. Чистая миграция с 2007 года по 2011 год постоянно сокращается и в 2011 году этот показатель принял отрицательное значение. В 2007 году миграционный прирост сократил потерю населения на 78%, в 2008 году на 82%, в 2009 году на 83%, что позволило естественной убыли населения не так сильно повлиять на общую численность населения области. В 2010 году миграционный прирост резко сократился и перекрыл порядка 6,6% естественной убыли населения. В 2011 году миграционное сальдо приняло отрицательное значение, что отразилось в сокращении общей численности населения области на 10426 человек, из них около 27% приходится на миграционную убыль.

За 2011 год общее число умерших в регионе составило 42624 человека из них 33,1% или 14109 человек относились к населению трудоспособного возраста. Из трудоспособных граждан, умерших в 2011 году, в 78% случаев это были мужчины. В структуре причин смертности трудоспособного населения около 36% занимают травмы, отравления, несчастные случаи [2]. Смертность трудоспособного населения в регионе остается практически неизменной. В дальнейшем такое существенное сокращение трудоспособного населения может столкнуть предприятия различных отраслей экономики Кемеровской области с недостатком кадров на рынке труда.

Часто встречаемые, экологически обусловленные, заболевания в Кемеровской области, смертность и ее причины (см. таблицу 3 [2]), связанные с плохим качеством окружающей среды, зависят от экономики региона, в частности от глубокой специализации на промышленности. Высокий показатель заболеваемости и смертности (см. таблицу 3 [2]) в регионе обусловлен плохой экологической обстановкой и безопасностью труда в регионе, связанной с горнопромышленным профилем экономики и высокой плотностью проживания населения (около 67%), в наиболее загрязненных административных единицах Кемеровской области. Смертность населения по некоторым классам причин смерти превышает среднероссийский показатель в 1,6-2,3раза, в частности болезни органов дыхания, внешние причины, болезни системы кровообращения и др. На плохое качество окружающей среды накладываются несовершенность системы охраны труда на предприятиях, социально-экономические факторы, и др., которые также детерминируют смертность в области.

Таблица 3

Динамика смертности населения Кемеровской области по наиболее распространенным классам причин смерти за период 2007-2011 гг. (на 100 тыс. чел)

Причины смерти	2007	2008	2009	2010	2011
Все причины	1657	1634	1590	1610	1547
Инфекционные и паразитарные болезни	43	45	43	45	48
Из них все виды туберкулеза	33	34	32	32	34
Новообразования	217	220	228	224	226
Болезни системы кровообращения	859	814	757	779	738
Болезни органов дыхания	77	74	76	73	73
Болезни органов пищеварения	72	77	72	78	75
Внешние причины смерти (убийства, самоубийства, травмы, отравления)	285	275	260	259	214

Важной проблемой в обеспечении демографической безопасности региона становится проблема рождаемости в Кемеровской области. На рисунке 1 показана динамика рождаемости в Кемеровской области с 1990 по 2012 год. Данные были получены из различных статистических сборников за разные годы и переведены в абсолютное число рождений за год [1, 2, 3].

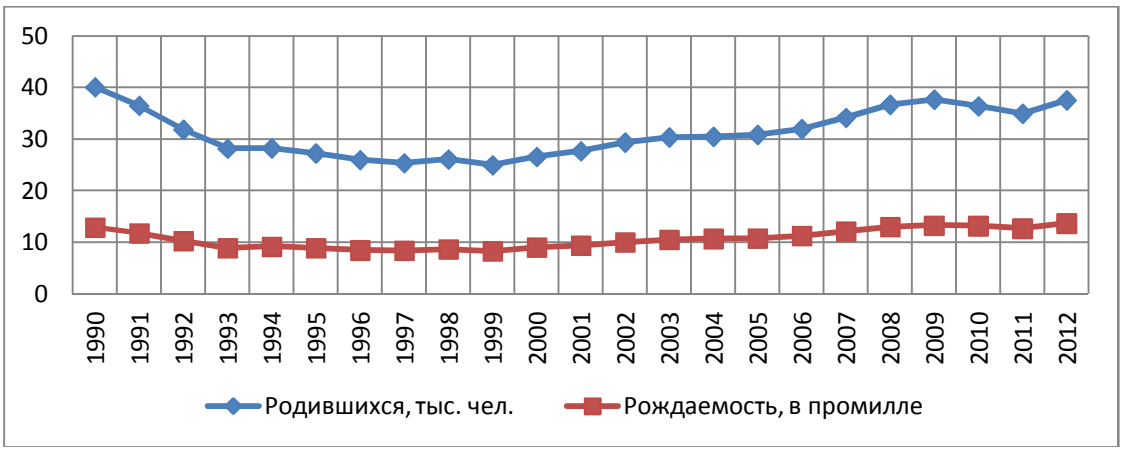


Рис.1. Динамика рождаемости с 1990 по 2012 год

Снижение рождаемости в Кемеровской области началось в 1990 году и происходило вплоть до 1999 года, с небольшими исключениями в 1994 году (увеличение на 700 рождений) и 1998 году (увеличение на 100 рождений). С 1990 по 1999 год рождаемость сократилась на 37,75% в абсолютном выражении это 15 тысяч рождений. Далее рождаемость начала увеличиваться с 1999 по 2009 год. В 2009 году рождаемость составила 150,8% от 1999 года, в абсолютном выражении показатель вырос на 12,7 тыс. рождений и к 2009 году составляла 37,7 тыс. За 2010-2011 года рождаемость упала на 2,7 тыс. человек. За 2012 год показатель рождаемости вырос и составил 37,6тыс. рождений. На сегодняшний момент уровни рождаемости и смертности не обеспечивают простое воспроизводство населения и естественный прирост остается отрицательным (см. таблицу 2), что отражается на демографической безопасности региона и экономике в частности. Проблемы рождаемости в регионе будут ухудшаться при достижении возраста 22-25 лет женщин 1990-1999 годов рождения из-за низкой рождаемости в 90-ые годы.

Для представления более полной характеристики демографии существуют коэффициенты жизненности, депопуляции, коэффициент оборота населения, коэффициент экономичности воспроизводства населения и др. Данные коэффициенты были рассчитаны для Кемеровской области и представлены в таблицах 4,5. Миграционные потоки способны увеличивать коэффициент жизненности и степень депопуляции в регионе, либо ухудшать данные показатели (см. таблицу 4). Для области характерно увеличение коэффициента жизненности из-за постоянного роста рождаемости, и миграционные потоки позволили увеличить его на 14,95% с 2006 по 2011 год. Коэффициент депопуляции имеет значение больше единицы, что говорит о систематическом уменьшении численности населения в регионе, но данный показатель имеет тенденцию к снижению с 2006 по 2011 год на 20,1%, что обусловлено увеличением коэффициента рождаемости. Миграционный прирост населения имеет тенденцию к снижению, а в 2011 году этот показатель принял отрицательное значение, увеличив коэффициент депопуляции на 0,08 (-2804 человека).

Таблица 4

Коэффициенты жизненности и депопуляции для Кемеровской области с учетом поправки на миграционные потоки с 2006-2011 год

Годы	Коэффициент жизненности	Коэффициент депопуляции	Коэффициент жизненности с учетом внешней миграции	Коэффициент депопуляции с учетом внешней миграции
2006	0,656	1,524	-	-
2007	0,731	1,367	0,941	1,080
2008	0,795	1,258	0,964	1,046
2009	0,838	1,193	0,973	1,033
2010	0,817	1,224	0,829	1,209
2011	0,821	1,218	0,755	1,298
Средний показатель	0,776	1,297	0,892	1,133

Таблица 5

Коэффициенты оборота населения и экономичности воспроизводства населения Кемеровской области с 2006-2011 год

Годы	Коэффициент оборота населения	Коэффициент экономичности воспроизводства населения
2006	28,57	-0,21
2007	28,69	-0,15
2008	29,33	-0,11
2009	29,48	-0,09
2010	29,23	-0,10
2011	28,17	-0,10
Средний показатель	28,91	-0,13

По данным таблицы видно, что коэффициент оборота населения практически не изменяется и находится на невысоком уровне из-за невысокой рождаемости и большой численности населения. Коэффициент экономичности воспроизводства населения за представленный период имеет отрицательное значение, что объясняется превышением смертности над рождаемостью, и говорит о неблагоприятной обстановке в части воспроизводства населения.

Население играет важную роль в развитии экономики, так как непосредственно участвует в создании различных продуктов материальных и нематериальных благ. Количество населения в этом случае выступает как фактор, определяющий объем создания и потребления продуктов производства. Обратная зависимость между развитием экономики (ростом ВРП) и изменением численности населения прослеживается для Кемеровской области, где размер ВРП вырос с 2006 по 2011 год на 4212784 млн. рублей или на 123,15%, а численность населения уменьшается на 3,38%. Наличие столь противоречивой зависимости объясняется отчасти тем, что для основных отраслей экономики Кемеровской области, обеспечивающих рост ВРП (обрабатывающие производства, производство и распределение электроэнергии, газа и воды, добыча полезных ископаемых и др.), трудовых ресурсов достаточно для собственного обеспечения. Со временем ситуация может

принять критический характер, так как смертность трудоспособного населения находится на высоком уровне, и в1 2011 году составляет 33,1% от общей смертности в области [2]. Данную зависимость между экономикой (ростом ВРП) и демографией нужно более детально исследовать, вводя различные факторы: количество экономически активного населения, трудового населения, инфляцию, степень автоматизации производств и учитывать специфику вычисления ВРП. Природно-ресурсный потенциал предопределил специализацию региона. Предприятия угольной, металлургической, химической, топливно-энергетической отраслей определяют состояние и обеспечивают стабильность экономики Кемеровской области. Их доля в структуре ВРП составляет на 2010 год 51,32%, а в абсолютной величине 319479,6 млн. рублей. Если взять в расчет рост общего ВРП региона и рост ВРП главных отраслей экономики с 2006 по 2010 год, то рост ВРП общего составило 280302,4 млн. рублей, а ВРП главных отраслей хозяйства 158984 млн. рублей. Увеличение ВРП ведущих отраслей экономики составило 56,72% от роста общего ВРП в регионе. Все эти предприятия являются трудоемкими, для которых важно наличие трудовых ресурсов, что и говорит о важности данной работы.

В заключение, важно отметить, что одной из главных целей социально-экономического развития Кемеровской области является обеспечение уменьшения показателя депопуляции, увеличения коэффициента жизненности и коэффициента оборота населения, что обеспечит рост и воспроизводство населения, в частности трудоспособного возраста. Также для администрации Кемеровской области приоритетными направлениями должны стать природоохранные меры, в виде замены старых «грязных» техники и технологий более экологически чистыми на предприятиях расположенных внутри или сопряжено с населенным пунктом, так как около 67% населения проживают в непосредственной близости к источникам загрязнения. Одним из путей решения проблемы может стать использование и внедрение альтернативных и нетрадиционных источников энергии на территории Кемеровской области, но данное направление требует дальнейших исследований для определения целесообразности и возможности использования в регионе. В дальнейшем регион может стать непривлекательным для проживания, и демография Кемеровской области начнет испытывать механическую убыль населения, связанную с моноэкономикой и плохим качеством жизни. Главными субъектами экологической миграции в регионе будут выступать трудоспособные граждане, что еще больше усугубит положение на рынке труда.

Литература

1. Федеральная служба государственной статистики – [Электронный ресурс]. – URL: http://www.gks.ru/. - (дата обращения 15.03.2013)
2. О санитарно-эпидемиологической обстановке в Кемеровской области в 2011году: Государственный доклад. – Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Кемеровской области, 2012. – С. 125-127.

3. ЕДИНАЯ МЕЖВЕДОМСТВЕННАЯ ИНФОРМАЦИОННО-СТАТИСТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА - [Электронный ресурс]. - URL: http://www.fedstat.ru/indicator/data.do. - (дата обращения 15.03.2013)

УДК 005.41

ПРОБЛЕМЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНАЛЬНОГО ЗЕМЕЛЬНОГО СЕКТОРА ЭКОНОМИКИ ПРИ ОСВОЕНИИ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

И.Г. Мазина, Уральский Государственный Лесотехнический Университет

На сегодняшний день состояние значительной части земель во многих регионах оценивается как неудовлетворительное. Остро стоят вопросы необходимости предотвращения необратимого влияния на земельные ресурсы добычи и переработки полезных ископаемых, ликвидации неблагоприятных последствий: утраты свойств участков земли, уничтожение плодородного слоя почвы, захламления земель и уничтожение естественного ландшафта и лесов.

Масштабы загрязнения почвенного покрова Свердловской области достигают 75% площади зоны активного земледелия, а запасы гумуса в пахотном слое почв ежегодно снижаются в среднем на 0,04%. Удельный вес неудовлетворитеных проб почв по санитарно-химическим показателям в данном регионе, а также в Челябинской области составляет 24%.

Важным показателем состояния почв в Уральском федеральном округе является изъятие и нарушение земель при добыче углеводородного и минерального сырья, как правило, без снятия гумусированной части почвенного профиля в связи с зонально-географическими условиями округа и типами почв, так как специфика округа заключается в том, что территория от зоны многолетней мерзлоты в Заполярье до сухих степей на южных границах.

Наибольший объем нарушенных земель характерен для добычи углеводородного сырья на Полярном и Приполярном Урале. Основные типы нарушений, кроме собственно добычи сырья, происходят при проведении геологоразведочных работ, строительстве нефтегазопроводов, авто-и железных дорог. Вторыми по числу нарушений являются территории добычи минерального сырья Свердловской, Челябинской и Тюменской областей, охватывающие южную часть таежной, лесную и лесостепную зон. Доля нарушенных предприятиями горнометаллургического комплекса земель от общей площади составляет 23,6%, 10,1 % и 1,7% в Свердловской, Челябинской и Тюменской областях соответственно.

Таблица1

Структура земельного фонда

Субъект РФ	Категория земель	Общая площадь, (тыс. га)	Доля от площади земельного фонда области, (%)
1	2	3	4
Свердловская область	Земли сельскохозяйственного назначения	4103,9	21,1
	Земли населенных пунктов	669,9	3,5
	Земли промышленности и иного специального назначения	427,8	2,2
	Земли особо охраняемых территорий	115,2	0,6
	Земли лесного фонда* (лесные земли)	13666 (80%)	70,3 (20%)
	Земли водного фонда	96,8	0,5
	Земли запаса	350,8	1,9
Итого земель		19 430,7	100
Челябинская область	Земли сельскохозяйственного назначения	5200,2	58,7
	Земли населенных пунктов	388,6	4,4
	Земли промышленности и иного специального назначения	251,1	2,9
	Земли особо охраняемых территорий	62,3	0,7
	Земли лесного фонда* (лесные земли)	2782 (85%)	31,4 (15%)
	Земли водного фонда	29,1	0,3
	Земли запаса	139,4	1,6
Итого земель		8852,9	100

* земли лесного фонда даны без учета лесов ранее находившихся во владении сельскохозяйственных организаций

К третьей группе относятся предприятия лесостепной зоны Уральского федерального округа в пределах Курганской области, степень нарушений земель в ней составляет 0,006%. Структура нарушенных территорий позволяет определить для Уральского Федерального Округа удельную площадь полностью нарушенных территорий (табл.).

Литература

1. Глобальный отчет о конкурентоспособности, 2005-2006 г.г http:// www.weforum.org

2. Государственный доклад «О состоянии окружающей среды Российской Федерации»: Министерство природных ресурсов РФ, 2001-2007 г.г.

УДК 502.35

О ФОРМИРОВАНИИ И ВЕДЕНИИ СВЕРДЛОВСКОГО ОБЛАСТНОГО КАДАСТРА ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ

О.Н. Орлова, Н.А. Бобина
ГКУСО «Центр экологического мониторинга и контроля»

Свердловская область относится к числу старейших горнодобывающих регионов России. Высокий уровень активности хозяйственной деятельности позво-

ляет Свердловской области достичь высоких показателей развития экономики, однако приводит и к созданию дополнительных экологических проблем.

Совершенствование системы управления отходами производства и потребления – необходимое условие устойчивого развития Свердловской области, обеспечения экологической безопасности и благополучия ее жителей.

Интенсивное развитие горнодобывающей и металлургической промышленности привело к образованию значительного количества отходов, объем которых на конец 2012 года составил более 8,8 млрд. тонн (более четверти от накопленных отходов по России в целом).

Объем образования отходов в 2012 году составил 199 млн. тонн, объем размещения отходов 119 млн. тонн, степень использования отходов производства и потребления – 43,2% (86 млн. тонн).

Свердловская область вошла в десятку регионов с наибольшим объемом образования отходов, заняв 4 место после Кемеровской области, Красноярского края, Мурманской области.

Основной объем образования, использования и наличия отходов на конец года сосредоточен у хозяйствующих субъектов, занимающихся добычей полезных ископаемых (85,0 % от общего объема образования отходов, 77,3 % от общего объема использования отходов).

По объемам образования отходов 29,9 % приходится на предприятия по добыче железных руд; 33,7 % - по добыче руд цветных металлов, кроме урановой и ториевой руд; 21,4 % – по добыче прочих полезных ископаемых. В основном это вскрышные, вмещающие породы и отходы обогащения, которые относятся к 5 классу опасности, то есть к практически неопасным отходам. Объем образования отходов зависит не только от объема произведенной продукции, но и от состава исходного сырья, стадии разработки месторождения.

Наибольшие объемы образования и размещения отходов – у ОАО «ЕВРАЗ Качканарский горно-обогатительный комбинат», ОАО «Уральский асбестовый горно-обогатительный комбинат», ОАО «Святогор».

Значительный объем образования отходов отмечается у хозяйствующих субъектов, занимающихся обрабатывающими производствами (9,3 %), а также производством и перераспределением электроэнергии, газа и воды (3,4 %).

Отходы производства и потребления являются ценным сырьем, использование которого как источника дополнительных материальных ресурсов трудно переоценить. Поэтому основным приоритетом считается развитие индустрии по переработке и вторичному использованию отходов, а не захоронение и уничтожение отходов на мусоросжигательных заводах.

В целях обеспечения исполнения полномочий Правительства Свердловской области в сфере обращения с отходами производства и потребления, для развития и совершенствования системы управления отходами, создания информационной базы для вовлечения их в переработку создан Свердловский областной кадастр отходов производства и потребления (далее – Кадастр).

Правительством Свердловской области было принято постановление от 23.10.2007 г. № 1036-ПП «Об утверждении Порядка ведения Свердловского областного кадастра отходов производства и потребления».

Министерство природных ресурсов и экологии Свердловской области (далее – Министерство) обеспечивает ведение Кадастра на основе сведений, представляемых юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями в соответствии с утвержденным Порядком. ГКУСО «Центр экологического мониторинга и контроля» (далее – Центр) по поручению Министерства анализирует, обобщает и систематизирует предоставленные сведения и на их основе формирует и ведет разделы Кадастра с применением специально разработанного программного продукта.

Кадастр представляет собой многоуровневый периодически пополняемый и актуализируемый свод данных об отходах производства и потребления и состоит из четырех разделов:

1) банк данных об отходах;

2) реестр объектов размещения отходов, расположенных на территории Свердловской области;

3) банк данных о юридических лицах и индивидуальных предпринимателях, осуществляющих деятельность по обезвреживанию и размещению отходов I-IV классов опасности;

4) банк данных о технологиях (установках) по использованию и обезвреживанию отходов.

Банк данных об отходах включает в себя сведения о видах, объемах и химическом (компонентном) составе отходов, которые представляются хозяйствующими субъектами, осуществляющими деятельность по обращению с отходами, по следующим формам документов:

1) «Технический отчет об образовании, использовании, обезвреживании, размещении отходов за 20__ год» (далее – Технический отчет);

2) «Паспорт опасного отхода» или «Свидетельство о классе опасности отхода для окружающей природной среды», форма которых утверждена приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 15.08.2007 г. № 570 «Об организации работы по паспортизации опасных отходов»;

3) «Документ об утверждении нормативов образования отходов и лимитов на их размещение», форма которого утверждена приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 20.09.2007 г. № 643 «Об утверждении Административного регламента Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору по исполнению государственной функции по установлению лимитов на размещение отходов».

Включению в банк данных об отходах подлежат все виды отходов, обращение с которыми осуществляется на территории Свердловской области, кроме радиоактивных отходов, биологических отходов и отходов лечебно-профилактических учреждений.

Банк данных ежегодно пополняется сведениями об объемах образования, получения, использования (обезвреживания), передачи, размещения и наличия отходов на начало и конец отчетного года на конкретном объекте размещения отходов.

Второй раздел Кадастра представляет собой реестр объектов размещения отходов. Юридические лица и индивидуальные предприниматели, имеющие в собственности, владении или пользовании объекты размещения отходов, однократно представляют в Центр сведения о данном объекте.

Включению в реестр объектов размещения отходов подлежат действующие, временно не эксплуатируемые (законсервированные), выведенные из эксплуатации (нерекультивированные) и рекультивированные объекты размещения отходов. Не подлежат включению в реестр объектов размещения отходов: специальные места размещения радиоактивных отходов, биологических отходов и отходов лечебно-профилактических учреждений.

Форма «Характеристика объектов размещения отходов» содержит более 50 показателей, например: наличие решения об отводе земельного участка под объект размещения отходов, документов на право землевладения (землепользования), проекта на строительство и обустройство объекта размещения; положительного заключения о гидрогеологических условиях; вместимость, мощность, площадь объекта, количество накопленных отходов; территория расположения объекта, системы защиты окружающей среды. Каждый показатель Характеристики в программном продукте является поисковым, что позволяет получать информацию об объектах размещения отходов по различным параметрам запроса.

Сведения раздела могут быть широко использованы, в частности при:

– разработке планов развития инфраструктуры населенных пунктов;

– разработке перспективы развития объектов размещения отходов на уровне управленческих округов и муниципальных образований;

– разработке схем санитарной очистки территории;

– планировании рекреационных зон;

– планировании размещения сельхозугодий;

– поиске видов отходов, которые могут быть использованы при внедрении различных технологий переработки отходов.

Третий раздел Кадастра представляет собой банк данных о юридических лицах и индивидуальных предпринимателях, осуществляющих деятельность в соответствии с лицензией в сфере обращения с отходами I-IV классов опасности (с учетом изменений законодательства в области лицензирования отдельных видов деятельности), и формируется на основании сведений лицензий на осуществление деятельности по обезвреживанию и размещению отходов I - IV классов опасности, предоставляемых Департаментом Федеральной службы по надзору в сфере природопользования по Уральскому федеральному округу или хозяйствующими субъектами по запросу Министерства.

Функция данного блока заключается в формировании и пополнении сведений об участниках рынка управления отходами.

Четвертый раздел Кадастра представляет собой банк данных о технологиях (установках) по использованию и обезвреживанию отходов, в котором содержится информация о действующих технологиях: наименование юридического лица (индивидуального предпринимателя), использующего ту или иную технологию (установку), перечень первичных и вторичных отходов с указанием класса опасности, проектная мощность по каждому виду отхода, номенклатура продукции, производимой из вторичного сырья.

Юридические лица представляют в Центр сведения, предусмотренные образцом документа «Характеристика объекта использования и (или) обезвреживания отходов», утвержденного приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 19.10.2007г. № 703 «Об утверждении Методических указаний по разработке проектов нормативов образования отходов и лимитов на их размещение».

Кадастр содержит общие сведения о юридических лицах и индивидуальных предпринимателях, оказывающих влияние на окружающую среду. По информа-

ции, полученной непосредственно от организаций, а также размещенной на сайтах Управления Федеральной налоговой службы по Свердловской области и Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Свердловской области, сведения в Кадастре регулярно актуализируются.

Для удобства работы в программном продукте и формирования запросов в Кадастре содержатся справочные данные Федерального и регионального классификационных каталогов отходов, общероссийских классификаторов видов экономической деятельности, объектов административно-территориального деления и другие.

Порядок предоставления сведений для ведения Кадастра, программные продукты с инструкциями для ввода данных Технического отчета для юридических лиц и индивидуальных предпринимателей ежегодно размещаются на сайте Министерства в конце отчетного периода.

Система ведения Кадастра образуется множеством информационно связанных автоматизированных рабочих мест, которые размещаются в территориально удаленных точках сбора и обработки информации: у хозяйствующих субъектов и в структурных подразделениях Центра. Все рабочие места используют одинаковое прикладное и программное обеспечение. Система ведения Кадастра обеспечивает совместный доступ и организует работу многих пользователей на общей базе данных Кадастра. Система обмена данными позволяет использовать любые способы передачи файлов: как по электронной почте, так и на переносных носителях. Программный продукт имеет многоуровневую структуру с различными настройками: уровень юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, уровень муниципальных образований, уровень структурных подразделений Центра в Управленческих округах и собственно Центра в г. Екатеринбурге. Программный продукт позволяет сформировать отчеты по видам отходов, хозяйствующим субъектам, в обращении которых находятся отходы, муниципальным образованиям, объектам размещения отходов. Любой показатель Кадастра является поисковым.

Отличительной особенностью Свердловского областного кадастра отходов производства и потребления по сравнению с другими региональными кадастрами, разработанными, например, в Калининградской, Самарской, Тюменской, Оренбургской, Иркутской, Брянской областях, является сбор и систематизация информации о наличии у хозяйствующих субъектов документов об утверждении нормативов образования отходов и лимитов на их размещение, лицензий на осуществление деятельности в сфере обращения с отходами, паспортов (свидетельств) о классе опасности отхода для окружающей среды.

В соответствие с законом Свердловской области от 14.06.2005 года № 52-ОЗ «Об административных правонарушениях на территории Свердловской области» установлена административная ответственность в виде штрафа за непредставление сведений для формирования и ведения Кадастра (ст.16-1): для должностных лиц 2-10 тыс. руб., для юридических лиц 30-100 тыс. руб.

В настоящее время Министерством совместно с Центром:

– продолжается работа по ведению банка данных об отходах: содержится информация за 2004-2012 гг. по 32831 Техническому отчету, из них за 2012 г. по 4121 Техническому отчету. Кроме того, банк данных содержит информацию о нормативах образования отходов и лимитах на их размещение, выданных 3259 хозяйствующим субъектам, компонентном (химическом) составе 798 видов отходов;

– откорректирована база данных объектов размещения отходов с учетом результатов инвентаризации, проведенной Министерством совместно с Центром и администрациями муниципальных образований в 2010-2011 годах. На 01.09.2013 г. реестр объектов размещения отходов содержит информацию по 1046 действующим и рекультивированным объектам размещения отходов;

– продолжается работа по ведению банка данных о хозяйствующих субъектах, осуществляющих деятельность в соответствии с лицензией в сфере обращения с отходами. На 01.09.2013 г. в Кадастре содержится информация о 821 юридическом лице и индивидуальном предпринимателе, оформивших лицензии в

сфере обращения с отходами (с учетом изменений законодательства в области лицензирования отдельных видов деятельности);

– осуществляется формирование банка данных технологий (установок) по использованию и обезвреживанию отходов, который на 01.09.2013г. содержит сведения по 176 технологиям (установкам).

Благодаря ведению Кадастра появилась возможность обеспечить необходимой и достоверной информацией по обращению с отходами, их видовому составу, территориальной плотности размещения все структуры государственной и муниципальной властей, занимающихся вопросами экологической безопасности, рационального природопользования и ресурсосбережения, что позволяет решать многие задачи управления отходами, в том числе:

– проведение оценки ресурсного потенциала образующихся и размещаемых отходов и создание соответствующих предприятий по их переработке;

– формирование обоснованных муниципальных и региональных экологических программ;

– осуществление адресного контроля движения отходов и сопоставление объемов переданных и полученных отходов, что позволяет предотвращать появление несанкционированных свалок в процессе неконтролируемого движения отходов;

– привлечение инвесторов, получающих доход от реализации вторичных ресурсов.

УДК622.882

ЭКОЛОГИЧЕНСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РЕАБИЛИТАЦИИ ЗЕМЕЛЬ, НАРУШЕННЫХ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЮЖНОЙ ЯКУТИИ

Н.Ю. Антонинова, Л.А. Шубина, Ю.О. Славиковская
ИГД УрО РАН, г. Екатеринбург

Производство железной продукции в настоящее время сосредоточено в 50 странах мира, при этом 80 % общего объема выпускается всего в 7 государствах.

Лидерами по добыче железных руд и производству железорудного сырья являются Австралия, Бразилия, Китай, Индия, Россия и Украина. В России добыча и обогащение руд сконцентрированы в нескольких районах: в Центральном (Курская и Белгородская области) с Лебединским, Михайловским, Стойленским ГОКами и комбинатом КМА - Руда. На северо-западе руду добывают Карельский окатыш (Костомукшский ГОК), Оленегорский и Ковдорский ГОКи. Наиболее крупными уральскими ГОКами являются Качканарский, Высокогорский, Бакальские рудники, Богословское рудоуправление. В Сибири крупных комбинатов нет за исключением расположенного в Иркутской области Коршуновского ГОКа.

Спрос на железорудное сырьё напрямую зависит от спроса на продукцию сталелитейной отрасли, развитие которой носит циклический и политический характер. Благодаря высокому спросу и росту потребления металлопродукции в мире производство железорудного сырья в России стабильно растёт. Особенностью развития отечественной железорудной промышленности является нарастающий географический дисбаланс: по мере истощения уральских и сибирских месторождений всё большее значение приобретают районы освоения месторождений в Южной Якутии и Чинейского месторождения в Забайкалье. Республика Саха (Якутия) обладает богатейшим природно-ресурсным потенциалом и сегодня она является одним из наиболее инвестиционно привлекательных российских регионов.

Основу минерально-сырьевой базы черной металлургии в Южной Якутии составляют месторождения железных руд Южно-Алданского и Чаро-Токкинского железорудных районов с суммарными запасами более 6 млрд т, а также коксующихся углей Южно-Алданского бассейна с суммарными запасами более 2 млрд т.

Тарыннахское железорудное месторождение входит в состав Ималыкской группы Чаро-Токкинского железорудного района. Чаро-Токкинский район расположен на границе Олекминского района Республики Саха (Якутия), Каларского района Читинской области и Бодайбинского района Иркутской области. Главные месторождения района – Тарыннахское и Горкитское – по количеству запасов легкообогатимых магнетитовых кварцитов сопоставимы с ведущими месторождениями Кривбасса и КМА, а по обогатимости и качеству концентрата превосходят их. Из руд Тарыннахского и Горкитского месторождений возможно получение высокосортных концентратов (и окатышей), которые являются дефицитными как в России, так и в странах АТР и могут служить предметом экспорта. Необходимость разработки этих месторождений обусловлена в том числе тем, что их освоение является частью государственной программы «Комплексное развитие Южной Якутии», главная цель которой – создание в Якутии крупного промышленного района и развитой инфраструктуры.

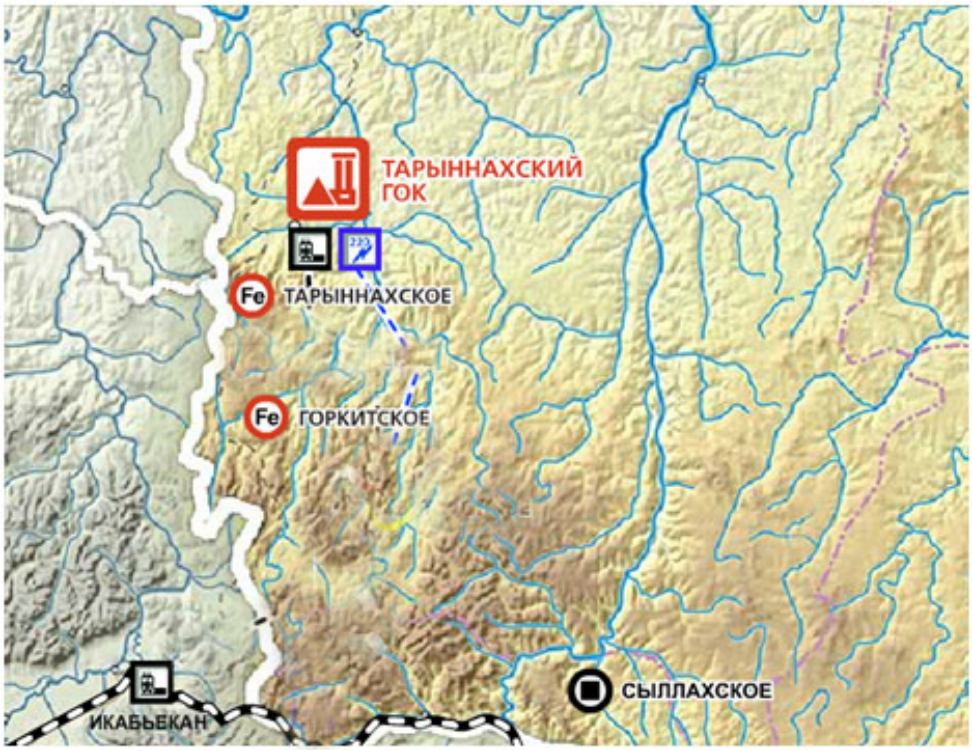


Рис.1 - Район перспективного освоения Тарыннахского и Горкитского железорудных месторождений

Месторождения нагорного типа, отрабатываются открытым способом и по физико-географическому положению находятся на территории, приравненной к районам Крайнего Севера, в условиях резко континентального климата (min –62^{o}, max +34^{o} С) со среднегодовым количеством осадков 400-800 мм (max – 500 мм). Специфическими особенностями района месторождений является многолетняя мерзлота и высокая сейсмичность. Техногенный ландшафт, образуемый в результате открытых разработок железной руды отличается неустойчивостью к процессам водной и ветровой эрозии, что приводит к загрязнению природной среды, снижению продуктивности и качества близлежащих ценозов.

Территория, на которой расположены месторождения по почвенно-географическому районированию относится к Приалданской горной провинции Восточно-Сибирской мерзлотно-таежной области холодных щебнистых подзолистых почв и подбуров в сочетании с болотными почвами [1]. Эта провинция расположена южнее 59^{0} с.ш. и занимает огромную территорию Алданского и Олекмо-Чарского нагорий, обрамленных с юга северными отрогами Станового хребта.

Недостаточная изученность районов Южной Якутии при разработке методов экологической реабилитации нарушенных территорий диктует необходимость изучения растительности как наиболее видимого индикатора антропогенного воздействия, так как во многом, острота экологических проблем пропорциональна степени деградации растительного покрова и потерям видового разнообразия.

Растительность и почвы района рассматриваемых месторождений имеют резко выраженный таежный характер. Леса смешанного типа из сосны, лиственн-

ницы, ели и березы. Характерной чертой растительного покрова является развитие подгольцовых зарослей кедрового стланика с фрагментами горных каменистых тундр на возвышенных участках плоскогорий и низких гор, которые окаймлены поясом лиственничных редколесий, ниже по склону в подлеске уже преобладают ерниковые заросли. Слабодренированные участки межгорных впадин обычно заняты ерниковыми марями, наиболее увлажненные участки заняты осоково-вейниковыми и сфагновыми болотами. Долинные комплексы заняты еловолиственничными лесами, ерниками, болотами и лугами. Общая площадь земель лесного фонда Тарыннахского лицензионного участка составляет 4,9 тыс. га, при этом около 60% земель покрыто лесной растительностью, представленной низкобонитетными лиственничными лесами. Общая площадь земель лесного фонда Горкитского лицензионного участка составляет 2,5 га, из которых лесной растительностью покрыто около 65% земель и немногим менее 20% покрыты лесом.

На данной территории широко распространены щебнистые и каменистые разновидности подбуров в комплексе с горно-гольцовыми почвами. Подбуры сильнощебнистые и каменистые отличаются от типичных маломощным (10-15 см) каменистым профилем и очень низким содержанием гумуса. Подбуры сухоторфянистые формируются в средних и нижних частях склонов северных экспозиций под лиственничниками мертвопокровно-лишайниковыми, а также в поясе лишайниковых кедровых стлаников. Они неполноразвиты, каменисты и щебнисты. Мелкоземистый слой очень маломощный, не превышает 20 см. Почвы территорий лицензионных участков изучены достаточно слабо.

При отработке Тарыннахского и Горкитского месторождений произойдет практически полная трансформация литосферы: поверхностные отложения будут удалены или перемещены, мезо- и микрорельеф полностью изменены, почвы и растительный покров уничтожены или необратимо трансформированы на большей части площади горного отвода. После прекращения горных работ начнется процесс естественного восстановления нарушенного биоценоза, причем на рассматриваемых участках восстановление начнется практически с нуля и самостоятельный возврат биоты к исходному состоянию может оказаться невозможен. Это связано в первую очередь с региональными особенностями: наличие криогенных явлений, обуславливает крайне низкую способность северных экосистем к самоочищению и самовосстановлению.

Достаточно долго в Якутии, как и по всему Северу, нарушенные промышленными разработками земли оставлялись на самозарастание из-за не эффективности и высокой стоимости рекультивационных работ, и только в последние десятилетия рекультивация нарушенных участков и их сдача в хозяйственный оборот в обязательном порядке входит в состав проектной документации. Между тем, в результате эрозионных и термокарстовых процессов в рассматриваемой климатической зоне тнарушенные участки имеют тенденцию к расширению по площади, занимая и разрушая естественные ландшафты.

Апробированные в центральных регионах России методы и технологии рекультивации на территории Якутии не дают эффективных результатов, поэтому

существует необходимость разработки подходящих для экстремальных условий республики способов природовосстановления. Следует отметить, что при наличии достаточных результатов исследований защиты тундрового покрова от техногенных воздействий, рекультивации нарушенных земель до настоящего времени отсутствуют практические решения по полноценному восстановлению экосистем, соответствующие современным экологическим требованиям [1].

В условиях Севера осуществление восстановительных экологических мероприятий практически невозможно обосновать краткосрочной экономической эффективностью, быстрой окупаемостью затрат. Здесь наиболее важен природоохранный аспект восстановления нарушенных земель.

Проведенные исследования по оценке воздействия намечаемой хозяйственной деятельности на окружающую среду показали, что на осуществление соответствующих природоохранных мероприятий при вовлечении в эксплуатацию Тарыннахского и Горкитского железорудных месторождений ориентировочно будет затрачено 800 млн руб.. При этом основной объем природоохранных затрат приходится на мероприятия по рекультивации земель, что в общем объеме составит 65,63% от общей величины прогнозируемых природоохранных затрат в случае самозарастания. Проведение рекультивационных работ с применением современных технологий повлечет удорожание затрат 2 раза, а в ряде случаев (применение биоматов и т.д.) удорожание работ произойдет в 4 раза по сравнению с базовым вариантом и достигнет порядка 3 млрд руб.

Однако несмотря на высокие затраты и сравнительно низкую их эффективность при проведении рекультивации нарушенных земель с применением на биологическом этапе новейших технических решений даст возможность экономически и биогеоценотически эффективного восстановления нарушенных земель Южной Якутии.

Литература

1. Антонинова Н.Ю. Экологические проблемы реабилитации земель, нарушенных при разработке железорудных месторождений Южной Якутии. - . ГИАБ - № 11. 2011. с. 281-287.

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

ФИО, звание, должность	Предприятие	Контакты
Ангелова Е. И.	«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»	Тел. /факс (3519) 29-85-40, 29-84-26, e-mail: angelova|e@inbox.ru
Антонинова Н.Ю.	ИГД УрО РАН	Тел. +7(343)350-50-35 geoeco@igduran.ru
Бобина Н. А.	ГКУСО «Центр экологического мониторинга и контроля»	тел. +7(343) 368-25-40, ф. (343) 371-33-04, e-mail: cemik-othod@mail.ru
Бачурин Б. А.	Горный институт УрО РАН	Тел.\факс (342) 216-09-86, e-mail: bba@mi-perm.ru
Беляева О. А.	Центра эколого-ноосферных исследований НАН РА	Тел. (+374 10) 572924 факс (+374 10) 572938, e-mail: olgabel80@gmail.com
Берлякова О. Г.	ФГБУН Институт почвоведения и агрохимии СО РАН	Тел.(3843)74-63-96б факс (3843)74-19-32, e-mail: berlyolga@yandex.ru
Бобыльский А. С.	Институт горного дела им. Н.А. Чинакала СО РАН	Тел. 8(383)217-03-90 e-mail: a-sb@list.ru
Богданов В. Д.	ИЭРиЖ УрО РАН	Тел.+7(343)2608255 e-mail bogdanov@ipae.uran.ru
Болтыров В. Б.	Уральский государственный горный университет	Тел.\факс (343) 257-65-57? e-mail: glzchs@mail.ru
Борисков Ф.Ф.	ИГД УрО РАН	Тел. (343)350-37-09, e-mail: www. ukrkant@mail.ru
Буялич Г.Д.	КузГТУ им. Т.Ф. Горбачева	e-mail: gdb@kuzstu.ru
Витькина Г.Ю.	Институт металлургии УрО РАН	Тел. (343)232-90-69 e-mail: 20procents@mail.ru
Водопьянов А. Г.	Институт металлургии УрО РАН	Тел.(343) 2329059 , факс +7 (343) 2679186, e-mail: inka@duma.midural.ru
Голдырева Е.В.	Уральский государственный горный университет	Тел.(343) 216-09-86, e-mail:goldyreva.89@mail.ru
Дмитриев А.Н.	Институт металлургии УрО РАН	Тел. (343)232-91-07 факс 267-91-86 e-mail: andrey.dmitriev@mail.ru
Дрогобужская С. В.	Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева	Тел. (1555) 79544
Дроздов А. В.	Научно-исследовательский и проектный институт Якутнипроалмаз	Тел. (8-41136) 92038 Факс: (41136)31992 E-mail: DrozdovAV@alrosa.ru
Емельяненко Е. А.	«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова"	Тел. (3519) 29-85-40, факс (3519) 23-57-59, 29-84-26, e-

		mail:tmv31@mail.ru
Ермак Н. Б.	Новокузнецкий институт	Тел.(3843)77-48-80 факс (3843)77-60-54, e-mail: ermaknb@mail.ru
Жаргалсайхан Д.Х.	Монгольский Государственный Университет Науки и Технологии, Институт Горного Дела	e-mail: mimongolia@gmail.com
Жиров Д. В.	Геологический институт Кольского научного центра РАН	Тел. (1555) 79155 e-mail zhirov@geoksc.apatity.ru
Зобнин Б. Б.	Уральский государственный горный университет	Тел. 220-86-49, zobninbb@mail.ru
Иванова В. А.,с.н.с.	Горный институт Кольского научного центра РАН	Тел. (81555)-79-655 e-mail: ivanovava@goi.kolasc.net.ru
Иванченко В. Н.	ООО «Печенгагеология»	Тел. +7 (1536) 59764 факс. 79158; e-mail: laschuk@chemy.kolasc.net.ru
Калабин Г.В.,	ИПКОН РАН	Тел. (495) 360-89-60 факс 495) 360-89-60,у-ьфшд: kalabin.g@gmail.com
Кантемиров В.Д.	ИГД УрО РАН	Тел. (343)350-37-09 e-mail: www. ukrkant@mail.ru
Каплунов Д. Р.	ИПКОН РАН	Тел.: +7 (495) 360 0823 Факс: +7 (495) 360 8960 e-mail: info@ipkonran.ru
Колесников А.В.	ФГБОУ ВПО "Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева"	Тел.8-985-243-46-46 e-mail artkoles@list.ru
Коновал С. В.	Черкасский государственный технологический университет	e-mail seryoga.conoval@yandex.ru
Кориневская Г. Г.	Институт минералогии УрО РАН	Тел. +7-902-890-76-00 e-mail galkor@yandex.ru
Корнилков С. В.	ИГД УрО РАН	Тел. (343)350-21-86 факс 350-21-11. e-mail kornilkov@igduran.ru
Котельникова А. Л.	Институт геологии и геохимии УрО РАН	Тел. +7 (343) 374-33-13 e-mail kotelnikova@prm.uran.ru
Кременецкая И. П.	Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева	Тел. +7 (1555) 79752
Кубачина Э. Е.	Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева	Тел. +7 (1555) 79752
Курило М. В.	Национальный научно-природоведческий музей НАН Украины	Тел.+380675040389 e-mail kurylo_mm@mail.ru
Лащук В. В.	Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева	Тел. +7 (1555) 79159 факс. 79158; e-mail: laschuk@chemy.kolasc.net.ru.
Лешуков Т.В.	Кемеровский государственный уни-	Тел.+7(913)319-13-31;

	верситет	Факс : +7(384-2)58-38-85; +7(384-2)58-44-03 e-mail: Timkin-9000@mail.ru
Мальчик А.Г.	ФГБОУ ВПО НИ ЮТИ ТПУ	Тел. +7-923-603-23-76 e-mail: ale-malchik@yandex.ru.
Мельниченко И. П.	ИЭРиЖ УрО РАН	bogdanov@ipae.uran.ru
Митрофанова Г. В.	Горный институт Кольского научного центра РАН	Тел. +7-(81555)-79-377 e-mail: gera@goi.kolasc.net.ru
Морозова О. Г.	ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет»	Тел. +7- 923 -286- 19- 45 e-mail: ogmorozova45@mail.ru
Московченко Д. В.	«Институт проблем освоения Севера Сибирского отделения РАН»	Тел./факс 8(3452) 68-87-66 e-mail: land@ipdn.ru
Муфтахов В. А.	Институт минералогии УрО РАН	Тел.8-950-726-52-23 e-mail mv@mineralogy.ru
Наумова О.П	Научно-исследовательский и проектный институт "Якутнипроалмаз"	Тел. +7 (411-36) 3-14-06
Норри В. К.	Институт горного дела им. Н.А. Чинакала СО РАН	Тел +7 (383)220-14-16, e-mail: norry@misd.nsc.ru
Обходская Е. В.	Сибирский физико-технический институт Томского государственного университета «Инновационно - технологический центр»	Тел. 8(3822) 413-799 факс. 8(3822) 413-799, e-mail: lenaobx@yandex.ru
Одинцова Т. А.	Горный институт УрО РАН	Тел.(342) 216-01-96, e-mail: eco_chemi@mi-perm.ru
Орлова О.Н.	ГКУСО «Центр экологического мониторинга и контроля»	тел. (343) 371-34-37, ф. (343) 375-89-39, e-mail: on_orlova@mail.ru
Парфенова Л. П.	Уральский государственный горный университет	Тел. +7 (343)257-91-05 сот. +7-(908)928-45-28, e-mail parfenovalp@mail.ru
Пелевин А. Е.	Уральский государственный горный университет	Тел. +7 (343)257-91-54, e-mail a-pelevin@yandex.ru
Пен Р. З.	ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет»	Тел. (391)2361018, e-mail: robertpen@yandex.ru
Первова Е. С.	Горный институт УрО РАН	Тел. +7 (342) 216-01-96, e-mail lencha01@mail.ru
Петрова И.Г.	Уральский государственный горный университет	Тел.(343) 216-09-86, e-mail: igp05@mail.ru
Петухов Р.В.	«УрФУ имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»	Тел. +7 (343)232-90-20 e-mail romeod-12@mail.ru
Потокина М. В.	Новокузнецкий институт	Тел. +7 (3843)77-48-80, e-mail: marisha_2106@mail.ru
Пурэвтогтох Д.Б.	Монгольский Государственный Университет Науки и Технологии	Тел. +7976-99119885 e-mail: purev199@gmail.com

	Институт Горного Дела	
Резник А. В.	Институт горного дела им. Н.А. Чинакала СО РАН	Тел. +7 (383)217-03-90, e-mail: a-reznik@mail.ru
Реутов Д. С.	Институт металлургии УрО РАН	Тел. +7 (343) 232-90-34, e-mail: iieporr@mail.ru
Рудский В. В.	ИПКОН РАН	Тел.+7 925 837 4317, e-mail: rudsky@mail.ru
Рыбников П.А.	ИГД УрО РАН	Тел. (343)350-50-35 факс: (343) 350-21-11, e-mail: ribnikoff@yandex.ru
Рыбникова Л.С.	BUL EhJ HFY	Тел. (343)350-50-35 факс: (343) 350-21-11, e-mail: luserib@mail.ru
Рыльникова М. В.	ИПКОН РАН	Тел.(+7 095) 360-89-55 Факс: +7 (495) 360 8960 E-mail: info@ipkonran.ru
Рябинин В. Ф.	Институт геологии и геохимии УрО РАН	Тел. +7-919-382-34-62, e-mail ryabininvf@mail.ru
Саакян Л. В.	Центра эколого-ноосферных исследований НАН РА	Тел: (+374 10) 572924 факс: (+374 10) 572938, e-mail: svlilit@yahoo.com
Сагателян А. К.	Центра эколого-ноосферных исследований НАН РА	Тел: (+374 10) 572924 факс: (+374 10) 572938, e-mail: ecocentr@sci.am
Сапожникова Т. В.	ИМЕТ УрО РАН	Тел.(343) 232-90-12 e-mail dmi_imet@r66.ru
Сачков В. И.	Сибирский физико-технический институт Томского государственного университета «Инновационно - технологический центр»	Тел. +7 (3822) 413-799 факс. +7 (3822) 413-799, у-ьфшд: шес»ызеш.еыг.кгю
Селиванова Д. А.	«Научно-аналитический центр рационального недропользования им. В.И. Шпильмана»	Тел. +7 (3452) 62-18-97 e-mail: das@crru.ru
Славиковская Ю.О.	ИГД УрО РАН	Тел. +7(343)350-50-35 e-mail: slavikov1977@mail.ru
Сосновский С. А.	Сибирский физико-технический институт Томского государственного университета «Инновационно - технологический центр»	Тел. +7 (3822) 413-799 факс. +7(3822) 413-799, e-mail: ssa777@mail.ru.
Спирин Э.К.	ФГБОУ ВПО НИ ЮТИ ТПУ	Тел. +7 (951) 39-10-128 e-mail: 14eks@mail.ru
Степанов Л. Н.	Институт экологии растений и животных УрО РАН	Тел. +7 -950-653-83-92 факс: (343) 260-82-56 e-mail: stepanov@ipae.uran.ru
Стороженко Л. А.	ФГБОУ ВПО Уральский государственный горный университет	Тел.(факс) +7 (343) 257-41-05, e-mail Stor_Luba@mail.ru

Сухина Е. Н.	Государственное учреждение “Институт экономики природопользования и устойчивого развития НАН Украины”	Тел.(8 10) 380 44 484 65 90 e-mail: olsuhina@ukr.net
Тарасов В, М.	ООО «РивальСИТ»	Тел./факс.8(3842) 58-76-51 e-mail: indsafety@yandex.ru
Тарасов Д. В.	ООО «РивальСИТ»	Тел. +7 (3842) 58-76-51 indsafety@yandex.ru
Тарасова Н. И.	ООО «Информационно-консультационный центр «Промышленная безопасность»	Тел.факс 8(3842) 58-76-51 e-mail: indsafety@yandex.ru
Татаринова О. П.	Институт минералогии УрО РАН	Тел.(3513) 57-06-59
Тепаносян Г. О.	Центра эколого-ноосферных исследований НАН РА	Тел: (+374 10) 572924 факс: (+374 10) 572938, e-mail: tepanosyan@yahoo.com
Упоров С. А.	ИМЕТ УрО РАН	Тел.(343) 232-90-71 e-mail segga@bk.ru
Усачева Т. Т.	Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева	Тел.8(1555) 79159 факс. 79158; e-mail: laschuk@chemy.kolasc.net.ru.
Халезов Б. Д.	Институт металлургии УрО РАН	Тел.(343) 232-90-34 e-mail bd-chalezov@yandex.ru
Цейтлин Е.М.	ФГБОУ ВПО Уральский государственный горный университет	Тел.+7 (343) 2570253 e-mail seitlin.e.m@gmail.com
Ческидов В. И.	Институт горного дела им. Н.А. Чинакала СО РАН	Тел.8(383)220-14-16 e-mail cheskid@misd.nsc.ru
Чесноков Ю. А.	ИМЕТ УрО РАН	Тел.(343) 232-90-25 e-mail garlics@list.ru
Шерстюк Н. П.	Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара	Тел.+380(056)31-86-98 e-mail sherstuknp@inbox.ru
Шубина Л.А.	ИГД УрО РАН	Тел. +7(343)350-50-35 e-mail: las714@mail.ru
Шуняев К. Ю.	ИМЕТ УрО РАН	Тел.(343) 232-90-88 e-mail shun@imet.mplik.ru
Экс В. В.	ИПКОН РАН	Тел.: +7 (495) 360 2913 факс: +7 (495) 360 8960 e-mail: eksvlv@mail.ru
Эфендиева З. Дж.	Азербайджанская Государственная Нефтяная Академия	Тел 433-36-01б e-mail: efendi2005@rambler.ru

СОДЕРЖАНИЕ

Сессия I КОМПЛЕКСНАЯ ПЕРЕРАБОТКА МИНЕРАЛЬНОГО И ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ 4

Бачурин Б.А, Одинцова Т.А., Первова Е.С. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ СОСТАВА ОТХОДОВ ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА 4

Борисков Ф.Ф., Кантемиров В.Д. ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПРИ ОСВОЕНИИ ПРИПОЛЯРНОГО УРАЛА 9

Буялич Г.Д., Тарасов В.М., Тарасова Н.И. ЭФФЕКТИВНОСТЬ И БЕЗОПАСНОСТЬ РАБОТ ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ СЕКЦИЙ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ КРЕПЕЙ С КРОВЛЕЙ В ПРИЗАБОЙНОМ ПРОСТРАНСТВЕ ЛАВЫ 16

Водопьянов А.Г. РАЗРАБОТКА ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ КОНЦЕНТРАТА ДИОКСИДА ТИТАНА ДЛЯ СВАРОЧНЫХ ЭЛЕКТРОДОВ 23

Дмитриев А.Н., Петухов Р.В., Корнилков С.В., Пелевин А.Е., Витькина Г.Ю., Чесноков Ю.А., Упоров С.А., Сапожникова Т.В., Шуняев К.Ю. ИССЛЕДОВАНИЕ ТИТАНОМАГНЕТИТОВЫХ РУД И КОНЦЕНТРАТОВ ОАО «ЕВРАЗ КГОК» 28

Дроздов А.В. ОСУШЕНИЕ КОРЕННЫХ АЛМАЗНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЯКУТИИ С ПОСЛЕДУЮЩИМ ОТВЕДЕНИЕМ СТОКОВ В НЕДРА КРИОЛИТОЗОНЫ 35

Иванова В.А., Митрофанова Г.В. РЕАГЕНТ ДЛЯ ФЛОТАЦИИ ТЕХНОГЕННОГО АПАТИТ-НЕФЕЛИНОВОГО МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ . 43

Лащук В.В., Иванченко В.Н., Жиров Д.В., Усачева Т.Т. КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ВСКРЫШНЫХ ПОРОД МОНЧЕГОРСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПЛАТИНОИДОВ КАК СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ 48

Колесников А.В. , Бродский В.А., Гайдукова А.М., Кондратьева Е.С. ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ В ПРИСУТСТВИИ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ РАЗЛИЧНОЙ ПРИРОДЫ 53

Рыльникова М.В., Емельяненко Е.А.,. Ангелова Е.А. ТЕХНОЛОГИЯ ПОДГОТОВКИ ДИСПЕРСНОГО ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ МЕДНО-КОЛЧЕДАННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ К ВЫЩЕЛАЧИВАНИЮ 56

Сосновский С.А., Сачков В.И., Обходская Е.В. ПЛАЗМОТЕРМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА СЫРЬЯ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ 57

Спирин Э. К., Мальчик А. Г. О ВОЗМОЖНОСТИ ПОПУТНОГО ВЫДЕЛЕНИЯ КОНЦЕНТРАТОВ РУБИДИЯ И ЦЕЗИЯ ПРИ РАДИОМЕТРИЧЕСКОЙ СОРТИРОВКЕ РУД..... 62

Эфендиева З.Дж. КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ИЗВЛЕЧЕНИЮ И ПЕРЕРАБОТКА МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ 66

Сессия II ВОПРОСЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ И ОЦЕНКИ ЭКОНОМИЧЕСКИХ РИСКОВ 70

Богданов В.Д., Мельниченко И.П. ВЛИЯНИЕ РАЗРАБОТКИ РОССЫПНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТА НА ВОСПРОИЗВОДСТВО СИГОВЫХ РЫБ НА ПРИПОЛЯРНОМ УРАЛЕ 70

Зобнин Б. Б., Вожегов А. В. МНОГОАГЕНТНАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ ОТРАБОТКЕ ТЕХНОГЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ 71

Болтыров В.Б., Селезнев С.Г., Стороженко Л.А. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ ОБЪЕКТОВ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА 76

Калабин Г.В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПУТНИКОВЫХ ИЗМЕРЕНИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ ТЕРРИТОРИЙ РАЗМЕЩЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ГОРНОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА..... 82

Каплунов Д.Р., Рыльникова М.В., Экс В.В. ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИНЫХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫХ ГЕОТЕХНОЛОГИЙ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НА БОЛЬШИХ ГЛУБИНАХ 88

Котельникова А.Л., Рябинин В.Ф., Кориневская Г.Г., Муфтахов В.А., Татарино-ва О.П.,. Халезов Б.Д, Реутов Д.С. ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКИ

БЕЗОПАСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ МЕДЕПЛАВИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА 90

Курило М.В. ТОКСИЧНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ, ИХ ФОРМЫ НАХОЖДЕНИЯ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ В УГЛЯХ И ПОРОДАХ УГЛЕНОСНОЙ ФОРМАЦИИ ДОНБАССА 94

Пурэвтогтох D. Б., Жаргалсайхан Х., Улзийнаран П., Уранчимэг Б.ОЦЕНКА УЩЕРБА, НАНЕСЕННОГО ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ И ЕГО КОМПЕНСАЦИИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ЦЕНТРАЛЬНОГО УЧАСТКА МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЭРДЭНЭТИЙН ОВОО 95

Морозова О.Г., Вчерашний П.М., Пен Р.З. МОНИТОРИНГ КАЧЕСТВА ВОДЫ ВОДОЕМОВ-ОХЛАДИТЕЛЕЙ ТЕПЛОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ (НА ПРИМЕРЕ БЕРЕЗОВСКОЙ ГРЭС-1) 102

Наумова О.П., Середкина Е.В., Кожин В.А. АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ АК «АЛРОСА» НА ОКРУЖАЮЩУЮ ПРИРОДНУЮ СРЕДУ 109

Парфенова Л.П. ЭКОЛОГИЧЕКИЕ ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ХВОСТОХРАНИЛИЩ ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ ФАБРИК МЕДЬЗАВОДОВ УРАЛА 116

Петрова И.Г., Голдырева Е.В. ЭКОЛОГО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ТЕРРИТОРИЙ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ХРОМИТОВ НА ПОЛЯРНОМ УРАЛЕ 120

Рудский В.В ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА ПРИ ДОБЫЧЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ 126

Рыбникова Л.С., Рыбников П.А. ОЦЕНКА НАКОПЛЕННОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ВРЕДА ВОДНЫМ ОБЪЕКТАМ В РАЙОНЕ МЕДНОКОЛЧЕДАННЫХ РУДНИКОВ СРЕДНЕГО УРАЛА 130

Сагателян А.К., Саакян Л.В., Беляева О.А., Тепаносян Г.О. ПРОБЛЕМЫ ПРЕЕМСТВЕННОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ..... 134

Степанов Л.Н. ВЛИЯНИЕ ГОРНЫХ РАБОТ НА ЗООБЕНТОС ВОДОТОКОВ ПРИПОЛЯРНОГО УРАЛА 136

Фадеичев А.Ф., Цейтлин Е.М. ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕГРАЛЬНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ГОРНОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И ГОРНОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ 140

Ческидов В.И., Норри В.К., Бобыльский А.С., Резник А.В. ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ДОБЫЧИ УГЛЯ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ СИБИРИ 146

Шерстюк Н.П. АКТИВИЗАЦИЯ ГИПЕРГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В РАЙОНАХ ДОБЫЧИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ(НА ПРИМЕРЕ КРИВОРОЖСКО-КРЕМЕНЧУГСКОЙ ЖЕЛЕЗОРУДНОЙ ЗОНЫ)..... 153

Сессия III РЕКУЛЬТИВАЦИЯ, ФИТОРЕМЕДИАЦИЯ, КОМПЛЕКСНАЯ РЕАБИЛИТАЦИЯ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ..... 160

Берлякова О.Г., Ермак Н.Б., Потокина М.В. ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД В РЕКУЛЬТИВАЦИИ ХВОСТОХРАНИЛИЩА ОАО «АБАГУРСКАЯ ОБОГАТИТЕЛЬНО-АГЛОМЕРАЦИОННАЯ ФАБРИКА» .. 160

Селиванова Д.А., Московченко Д.В. ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВ ПРИПОЛЯРНОГО УРАЛА ХАНТЫ-МАНСИЙСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА-ЮГРЫ..... 165

Сессия IV ГЕОЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РЕГИОНОВ 172

Сухина Е.Н. РАЗВИТИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ РЫЧАГОВ ИНСТИТУЦИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРИРОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ В ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫХ РЕГИОНАХ..... 172

С.В. Коновал СОВРЕМЕННЫЕ ГЕОЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ УКРАИНЫ 178

Лешуков Т.В. ДЕМОГРАФИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ КАК ГЕОЭКОНОМИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА (НА ПРИМЕРЕ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ)..... 182

Мазина И.Г.ПРОБЛЕМЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНАЛЬНОГО ЗЕМЕЛЬНОГО СЕКТОРА ЭКОНОМИКИ ПРИ ОСВОЕНИИ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИ 188

Орлова О.Н., Бобина Н.А. О ФОРМИРОВАНИИ И ВЕДЕНИИ СВЕРДЛОВСКОГО ОБЛАСТНОГО КАДАСТРА ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ 189

Антонинова Н.Ю., Шубина Л.А., Славиковская Ю.О. ЭКОЛОГИЧЕНСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РЕАБИЛИТАЦИИ ЗЕМЕЛЬ, НАРУШЕННЫХ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЮЖНОЙ ЯКУТИИ 197

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ 203

СОДЕРЖАНИЕ 208

Научное издание

V УРАЛЬСКИЙ ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫЙ ФОРУМ

1-3 ОКТЯБРЯ 2013 г.

I научно-практическая конференция с международным участием

Технологическая платформа
«Твердые полезные ископаемые: технологические и экологические проблемы отработки природных и техногенных месторождений»

Сборник докладов

Ответственный за выпуск

Зав. лабораторией ИГД УрО РАН к.т.н. Н.Ю.Антонинова

Издательство АМБ
620026, г. Екатеринбург, ул. Розы Люксембург, 59
Тел. (343) 251-65-91, 251-65-95

Президент АМБ Владимир Лобок

Подписано в печать 10.09.2013 г. Формат 64*80/8
Усл. печат. л. 23,02 Тираж 100 экз. Заказ № 2844

Отпечатана в типографии АМБ
620144, г. Екатеринбург, ул. Щорса, 7
тел.: (343) 251-65-91, 251-65-95