

Корнилков Сергей Викторович

доктор технических наук, профессор,
директор института,
Институт горного дела УрО РАН
620219, г. Екатеринбург,
ул. Мамина-Сибиряка, 58,
e-mail: kornilkov@igduran.ru

Рыльков Сергей Александрович

кандидат геолого-минералогических наук,
начальник Департамента по недропользованию
по Уральскому федеральному округу
(УРАЛНЕДРА),
620014, г. Екатеринбург, ул. Вайнера, 55,
e-mail: ural@uralnedra.com

Шемякин Владимир Сергеевич

доктор технических наук,
генеральный директор ЗАО «НПК «Техноген»,
620149, г. Екатеринбург,
ул. Академика Бардина, 1, к.4,
e-mail: shemiyakin@mail.ru

**О ПОДДЕРЖАНИИ СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ
И ОСНОВНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ
ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ
МЕДНОЙ ПОДОТРАСЛИ УРАЛА***

Аннотация:

На основании анализа отчетной документации предприятий сформулированы основные направления инновационного развития добывающих предприятий, а также меры по сбережению и экономии минеральных ресурсов. Показано, что значительным резервом расширения сырьевой базы медной подотрасли может служить вовлечение в разработку забалансовых руд за счет организации рудоподготовки с использованием методов рентгенометрической сепарации на местах ведения горных работ. Ее эффективность достигается в основном за счет общего снижения совокупных эксплуатационных затрат, улучшения логистической составляющей перемещаемых и перерабатываемых объемов горной массы. Технологические испытания забалансовых руд Саякского и Жезказганского месторождений (Казахстан), а также аналогичных руд месторождений Урала свидетельствуют о том, что предложенный метод предварительной сортировки может в значительной мере расширить сырьевую базу и снизить потери в недрах. Выделено 6 групп медьсодержащих месторождений забалансовых руд Свердловской и Челябинской областей, которые потенциально могут быть подвергнуты предварительному рентгенометрическому дообогащению. Предложены перспективные и относительно незатратные способы доизвлечения металла из различного рода потерь добычи и обогащения, нуждающиеся в дополнительном изучении.

Ключевые слова: сырьевая база, медные забалансовые руды, рудоподготовка, рентгенометрическая сепарация

Kornilkov Sergey V.

Doctor of technical sciences,
professor, the director of the Institute,
The Institute of Mining, UB RAS,
620219, Yekaterinburg, Mamin-Sibiryak st., 58
E-mail: kornilkov@igduran.ru

Rilkov Sergey A.

candidate of geologic-mineralogical sciences,
head of the Department on mineral resources
management in the Ural federal region
(URALNEDRA),
620014, Yekaterinburg, Vainer st. 55,
e-mail: ural@uralnedra.com

Shemyakin Vladimir S.

doctor of technical sciences,
general director of CJSC "NPK"Technogen",
620149, Yekaterinburg,
academician Bardin st. 1, f. 4,
e-mail: shemiyakin@mail.ru

**ON KEEPING UP RAW MATERIAL BASE
AND PRINCIPAL TENDENCIES OF THE
URAL COPPER SUB-BRANCH
INNOVATIONAL DEVELOPMENT**

Abstract:

In terms of plants' summary documentation analysis the principal tendencies of their mining works development are formulated as well as measures on mineral resources saving and preservation. The involvement of extra balance ores into development at the expense of ore preparation arrangement employing the procedures of roentgen and radio-metric separation at the sites of conducting mining operations is indicated to be the considerable reserve of expansion the copper sub-branch raw material base. Technological tests of extra balance ores in Sayaksky and Jezkagansky deposits (Kazakhstan) as well as of the analogous ores in the Ural deposits are indicative of the fact that the brought forward procedure of pre-sorting could substantially expand raw material base and reduce subsurface losses. Six groups of extra balance ores of copper-containing deposits in the Sverdlovsk and Chelyabinsk regions are singled out. The promising and relatively non-costly procedures of metal re-extraction from various sorts of losses of mining and concentration are brought forward that require extra studying.

Key words: raw material base, copper extra balance ores, ore preparation, roentgen and radio-metric separation

* Работа выполнена в рамках конкурсных проектов УрО РАН 12-П-5-1019, 12-П-5-1028, 12-М-23457

Прогноз развития горнодобывающих отраслей черной и цветной металлургии по Свердловской области, а также анализ подходов к обеспечению конкурентоспособности уральских горных предприятий, выполненный ИГД УрО РАН, свидетельствует о том, что основными направлениями их инновационного развития и модернизации производства, предусматриваемыми соответствующими инвестиционными программами, являются:

- мероприятия по освоению новых и реконструкции действующих производств с изменением параметров систем разработки и вскрытия;
- комплексное использование минерального сырья и освоение выпуска новых видов продукции;
- внедрение современного энергоэффективного оборудования, в том числе большой единичной мощности;
- обеспечение снижения энергоемкости и трудоемкости получения готовой продукции;
- инновационные решения в области управления качеством минерального сырья;
- энергоэффективная комплексная глубокая переработка техногенного сырья;
- автоматизированное управление и контроль за технологическими процессами.

В свою очередь основными и эффективными мерами по сбережению и экономии минеральных ресурсов и поддержанию сырьевой базы горных предприятий могут быть признаны:

- повышение извлечения полезного ископаемого из недр и при переработке;
- организация прикарьерной (внутришахтной) рудоподготовки сырья к обогащению;
- вовлечение в отработку забалансовых запасов как из недр, так и из отвалов;
- раздельная добыча и переработка руд по типам;
- формирование рудопотоков требуемого качества, организация комплексной переработки руд.

Практика показывает, что извлечение полезного ископаемого из недр может быть повышено не только за счет оптимизации потерь и засорения руды в процессе очистной выемки, но и за счет применения совокупности разнообразных технологических схем подготовки руд и очистной выемки, в наибольшей степени соответствующих горно-геологическим, горнотехническим и геоэкономическим условиям освоения месторождения, а также за счет организации рудоподготовительных комплексов (внутришахтных или поверхностных). Такой подход предусмотрен нами при отработке Кыштымского месторождения кварца, когда в шахте очистная выемка ведется с минимальными потерями за счет применения специальных мер по ведению взрывных работ и использования самообрушающихся целиков. Добытая рудная масса проходит стадийную подготовку к обогащению, в том числе и с использованием методов рентгенорадиометрической и флюоресцентной сепарации, а затем подвергается глубокой переработке. Конечная цель совместных работ – увеличение сквозного выхода готовой продукции с 37 до 52 %.

Применительно к отработке Гайского подземного рудника специалисты считают, что фланг месторождения можно будет отработать не только с использованием систем с закладкой очистного пространства, но и системами с обрушением, однако это требует достаточно серьезных обоснований и расчетов.

Организация рудоподготовки на местах ведения горных работ значительно уменьшает риски реализации инвестиционных проектов за счет общего снижения совокупных эксплуатационных затрат, улучшения логистической составляющей перемещаемых и перерабатываемых объемов горной массы, а также некоторого сокращения капиталоемкости горно-обогательного производства.

Процесс рудоподготовки, связанный с использованием методов фото- и рентгенорадиометрической сепарации, системно влияет не только на последующие стадии обога-

щения, но и на организацию ведения горных работ, а также повышение степени использования недр за счет установления рационального соотношения потерь и разубоживания при добыче. При этом возможно изменение технологий добычи и усреднения руд, обеспечивающих сокращение эксплуатационных потерь с одновременным повышением разубоживания крупнокусковой массы, которая должна подвергаться предварительной сепарации, что обеспечит увеличение производительности труда и снижение капитальных вложений в горном переделе. Это позволит также сократить суммарные текущие расходы на добычу, транспортирование подготовленной руды и ее переработку и, в конечном итоге, увеличить выход конечной продукции.



Рис. 1 – Разгрузо-погрузочный комплекс установки рентгенометрической сепарации



Рис. 2 – Участок сепарации Северного медно-цинкового рудника (УГМК)

УГМК-холдинг уже имеет опыт предварительной сепарации руд, добытых на Северном медно-цинковом руднике (рис.1, 2) и на Учалинском ГОКе. Однако *значительным резервом расширения сырьевой базы медной подотрасли может служить вовлечение в разработку забалансовых руд.*

ЗАО «НПК «Техноген» провел технологическую оценку 5 объектов забалансовых руд АО «Казахмыс» (табл. 1). Полученные результаты опытно-промышленных испытаний позволяют сделать следующие основные выводы:

- забалансовая медная руда Саякского и Жезказганского месторождений может быть рассмотрена в качестве объекта обогащения на стадии рудоподготовки, а рентгено-радиометрическая сепарация может быть рекомендована в качестве метода обогащения машинных классов руды;

- в значительной части исследованных забалансовых руд после рентгенорадиометрической сепарации содержание меди составляет 0,37 – 0,56 %, что позволяет говорить о потенциальной возможности перевода их в разряд балансовых;

- сброс в хвосты на стадии сепарации не менее 50 – 60 % горной массы позволяет резко сократить объемы перевозок полученного промпродукта к местам глубокого обогащения, что в значительной мере улучшает экономические показатели производства концентрата;

- предложенный метод предварительной сортировки может в значительной мере расширить сырьевую базу (до 1 млрд. т) и снизить потери в недрах.

Аналогичные исследования выполнены и для отвалов медной руды месторождения «50 лет Октября», а также забалансовой медно-цинковой руды Валенторского месторождения (табл. 2).

У ИГД УрО РАН имеются технические решения и опыт разработки технологических регламентов по размещению и строительству аналогичных поверхностных и подземных рудоподготовительных комплексов.

По данным Уралнедра, учтенные запасы медьсодержащих забалансовых руд по 16 объектам Свердловской области колеблются в пределах 0,106 – 159,3 млн. т при содержании в них меди 0,22-1,54 % (наиболее крупный объект – Волковское месторождение). По 8 объектам Челябинской области запасы забалансовых руд составляют от 0,066 до 200,6 млн. т при содержании меди 0,2-1,22 % (наиболее крупное – Томинское месторождение).

По забалансовым рудам Свердловской и Челябинской областей на основании ранее проведенных исследований и испытаний по рентгено-радиометрической сепарации, а также вышеизложенной информации можно сделать следующие предварительные выводы:

- забалансовые медные и медноколчеданные руды Шемурского, Ново-Шемурского, Сафьяновского, Валенторского, Северо-Калугинского, Левихинского, Северо-Ольховского, Молодежного, Талганского, Узельгинского, Александринского и Чебачьего месторождений могут рассматриваться как перспективное сырье для обогащения методом рентгено-радиометрической сепарации на стадии крупнокускового предварительного обогащения;

- забалансовые руды Третьего Северного медьсодержащего скарново-магнетитового, Вадимо-Александровского скарново-медно-магнетитового и Березняковского медно-золоторудного месторождений также могут быть рекомендованы для проведения тестовых испытаний по рентгено-радиометрической сепарации;

- забалансовые руды Высокогорского железорудного, Волковского ванадиево-железо-медного и Галкинского комплексного месторождений целесообразно направить на выполнение предварительной оценки их на обогатимость методом РРС;

- забалансовые медистые глины Гумешеского месторождения и медно-порфировые руды Михеевского и Томинского месторождений не обладают сырьевыми предпосылками их обогащения на стадии рудоподготовки методом рентгено-радиометрической сепарации.

Таблица 1

**Результаты исследования технологической эффективности
рентгенорадиометрической рудоподготовки забалансовых медных руд Казахстана**

Класс крупности, мм	Исходный класс		Концентрат сепарации			Хвосты сепарации		
	выход, кг	содержа- ние меди, %	выход		содержа- ние меди, %	выход		содер- жание меди, %
			%	кг		%	кг	
Забалансовая медная руда шахты № 67/70 рудника «Степной»								
+300	394	0,26	30,5	120	0,57	69,5	274	0,12
-300+150	338	0,32	0	0		100,0	338	0,32
-150+100	314	0,22	19,4	61		80,6	253	0,14
-100+50	372	0,27	14,5	54		85,5	318	0,22
-50+30	241	0,32	47,7	115		52,3	126	0,09
Итого класс +30 мм	1659	0,28	21,1	350		78,9	1309	0,20
Забалансовая медная руда шахты № 57								
+300	893	0,23	14,6	130	0,57	85,4	763	0,17
-300+150	808	0,29	41,0	331		59,0	477	0,10
-150+100	454	0,19	10,1	46		89,9	408	0,15
-100+50	377	0,26	30,5	115		69,5	262	0,12
-50+30	66	0,30	37,9	25		62,1	41	0,14
Итого класс +30 мм	2598	0,25	24,9	647		75,1	1951	0,14
Забалансовая медная руда шахты № 55								
+300	794	0,39	65,0	516	0,54	35,0	278	0,11
-300+150	2135	0,27	18,0	385		82,0	1750	0,21
-150+100	585	0,31	43,9	257		56,1	328	0,13
-100+50	56	0,39	64,3	36		35,7	20	0,12
-50+30	Отсутствует							
Итого класс +30 мм	3570	0,30	33,4	1194	0,54	66,6	2376	0,19
Забалансовая медная руда шахты № 65								
+300	482	0,39	65,6	316	0,56	34,4	166	0,07
-300+150	480	0,39	65,4	314		34,6	166	0,07
-150+100	439	0,37	54,7	240		45,3	199	0,14
-100+50	365	0,34	37,0	135		63,0	230	0,21
-50+30	107	0,35	57,0	61		43,0	46	0,07
Итого класс +30 мм	1873	0,37	56,9	1066		43,1	807	0,13

Таблица 2

**Результаты исследования технологической эффективности рентгенорадиометриче-
ской сепарации забалансовой медно-цинковой руды**

Продукты обогащения	Выход, %	Содержание, %		Извлечение, %	
		Cu	Zn	Cu	Zn
Валенторское месторождение (медно-цинковая руда)					
Обогащенный продукт	32,4	3,08	4,15	84,7	81,9
Хвосты сепарации	67,6	0,27	0,44	15,3	18,1
Исходная руда	100,0	1,18	1,64	100,0	100,0
Месторождение «50 лет Октября» (отвалы медно-цинковой руды)					
Обогащенный продукт	76,4	2,89	0,29	98,7	94,8
Хвосты сепарации	23,6	0,13	0,05	1,3	5,2
Исходная руда	100,0	2,24	0,23	100,0	100,0

Территориально все медьсодержащие месторождения забалансовых руд Свердловской и Челябинской областей, которые потенциально могут быть подвергнуты рентгенорадиометрическому обогащению, условно можно разбить на 6 групп:

- район города Ивделя (месторождения: Шемурское, Ново-Шемурское, Третье Северное);
- район городов Карпинск – Краснотурьинск (месторождения: Валенторское, Галкинское, Северо-Калугинское, Вадимо-Александровское);
- район городов Нижний Тагил – Кировград (месторождения: Высокогорское, Волковское, Северо-Ольховское, Левихинское);
- район города Учалы (месторождения: Молодежное, Талгинское, Узельгинское);
- район города Магнитогорска (месторождение Александринское);
- район города Южноуральска (месторождение Березняковское).

На Северном Урале на рентгенорадиометрическую сепарацию может быть направлено 4606,4 тысячи тонн забалансовой руды. Медная и медно-цинковая забалансовая руда Ново-Шемурского медноколчеданного месторождения (544 тысячи тонн), а также медная руда Шемурского месторождения (856,4 тысячи тонн), содержащие 1,54 % меди, могут быть направлены на рентгенорадиометрическую сепарацию на один рудосортировочный комплекс. В качестве одного из вариантов может быть предложен рудосортировочный комплекс, состоящий из 6 рентгенорадиометрических сепараторов, входящий в состав Северного медно-цинкового рудника (ОАО «Святогор») и перерабатывающий в настоящее время медно-цинковую руду месторождения «Тарньер». По предварительным оценкам, Тарньерское месторождение может быть отработано в 2014 – 2015 годах. Производительность данного рудосортировочного комплекса составляет 300 – 350 тысяч тонн в год по исходной руде. В этом случае забалансовая руда Шемурского и Ново-Шемурского месторождения может быть переработана в течение 5 лет.

Для обогащения забалансовой медно-магнетитовой руды Третьего Северного месторождения, в случае получения положительного результата на всех стадиях исследований и испытаний по рентгенорадиометрическому обогащению, целесообразно строительство отдельного рудосортировочного комплекса. При запасах данной забалансовой руды ~3206 тысяч тонн, вероятно, будет оправдано строительство нового комплекса (рядом с шахтой) производительностью до 500 тысяч тонн исходной руды в год.

В районе городов Карпинск и Краснотурьинск сосредоточено 4 медьсодержащих месторождения с запасами 40505,2 тысячи тонн забалансовой руды. Наиболее перспективные руды для рентгенорадиометрической сепарации – это забалансовые медные и медно-цинковые руды Валенторского и Северо-Калугинского месторождений со средним содержанием меди 0,89 % в количестве 358 тысяч тонн. Для переработки данных забалансовых руд медноколчеданных месторождений наиболее оправданным, на наш взгляд, будет строительство небольшого (из двух рентгенорадиометрических сепараторов) рудосортировочного комплекса производительностью до 100 тысяч тонн исходной руды в год. Площадка для его строительства выбирается исходя из минимальных затрат по перевозке руды.

Для переработки 4929 тысяч тонн забалансовых скарных медно-магнетитовых руд Вадимо-Александровского месторождения, содержащих 0,25 % меди, после получения положительных результатов на стадии тестовых и опытно-промышленных испытаний по рентгенорадиометрическому обогащению целесообразно рассмотреть вопрос о строительстве рудосортировочного комплекса производительностью ~600-700 тысяч тонн исходной руды в год. Комплекс необходимо разместить непосредственно около ствола шахты.

Целесообразность переработки забалансовой полиметаллической руды Галкинского комплексного месторождения определяется после получения положительных ре-

зультатов исследований и испытаний по рентгенорадиометрическому обогащению данной руды (с крайне низким содержанием меди – всего 0,15 %), а также выполнения технико-экономического обоснования строительства рудосортировочного комплекса. В случае положительных решений на всех этапах разработки и обоснования технологии РРС для обогащения полиметаллической руды целесообразно строительство рудосортировочного комплекса на Галкинском месторождении.

В районе городов Нижний Тагил и Кировград расположено четыре разноплановых месторождения меди с общими запасами забалансовых руд 159881,3 тысячи тонн. Два медноколчеданных месторождения – Северо-Ольховское и Левихинское – представлены медными и медно-цинковыми рудами с общими запасами забалансовых руд 698 тысяч тонн со средним содержанием меди 0,66 %. Для отработки запасов забалансовых руд целесообразно строительство рудосортировочного комплекса из 2-3 рентгенорадиометрических сепараторов с производительностью ~120-180 тысяч тонн в год по исходной руде. Строительство комплекса целесообразно около шахты на Северо-Ольховском месторождении.

Возможность переработки забалансовой медно-кобальтовой руды Высокогорского железорудного месторождения может быть определена после предварительных исследований и испытаний. В случае положительных заключений по технологии рентгенорадиометрического обогащения на всех этапах целесообразна переработка забалансовой медно-молибденовой руды с содержанием меди 0,87 % на ближайшем рудосортировочном комплексе (например, на комплексе, перерабатывающем руды Северо-Ольховского месторождения). Строительство самостоятельного комплекса, вероятно, будет экономически неоправданно из-за малых запасов данной забалансовой руды (всего 159,3 тысячи тонн).

Волковское месторождение обладает большими запасами забалансовых ванадиево-железо-медных руд – почти 160 миллионов тонн при содержании в них меди всего 0,22 %. При благоприятном решении вопроса о технологической возможности и экономической целесообразности применения рентгенорадиометрической сепарации для обогащения данных забалансовых руд будет оправданным строительство крупного рудосортировочного комплекса на борту карьера.

В районе города Учалы (Башкирия) расположены медноколчеданные месторождения Молодежное, Талгинское и Узельгинское, добывающие медные, медно-цинковые и серноколчеданные руды. Все эти месторождения отрабатываются рудником «Узельгинский» (ОАО «Учалинский ГОК»). Суммарные запасы забалансовых руд данных месторождений составляют 2630 тысяч тонн при среднем содержании в них меди ~0,99 %. В настоящее время в Учалинском ГОКе работает рудосортировочный комплекс, состоящий из 3 сепараторов, который осуществляет обогащение забалансовых руд различных месторождений горно-обогатительного комбината. Производительность рудосортировочного комплекса составляет 200-250 тысяч тонн по исходной руде в год. В связи с этим проблемы переработки забалансовых руд месторождений Молодежное, Талгинское и Узельгинское не существует.

В районе города Магнитогорск расположено Александринское медноколчеданное месторождение медных и медно-цинковых руд с общими запасами забалансовых руд 1961 тысяча тонн и содержанием меди ~0,29 %. Для обогащения забалансовых руд этого месторождения может быть построен рудосортировочный комплекс, состоящий из 3-4 сепараторов, на производительность до 250-300 тысяч тонн в год по исходной руде. Строительство комплекса целесообразно произвести в непосредственной близости от шахты с целью сокращения транспортных затрат и возможностью использования хвостов сепарации при закладке выработанного пространства в шахте.

В районе города Южноуральск находится месторождение Березняковское медных и золотосодержащих руд. Запасы забалансовых руд месторождения составляют 406

тысяч тонн при содержании меди в них 0,66 %. На Березняковском месторождении построен и действует рудосортировочный комплекс, состоящий из одного рентгенометрического сепаратора, который обогащает руду текущей добычи. С целью переработки забалансовых руд данного месторождения целесообразно расширить действующий рудосортировочный комплекс до 2-3 сепараторов.

Месторождение Чебачье в данной записке не рассматривается, так как для обогащения руды текущей добычи данного месторождения выполнены все предварительные исследования и испытания, разработан технологический регламент и ТЭО строительства рудосортировочного комплекса производительностью 800 тысяч тонн исходной руды в год. Объемы забалансовой медной и медно-цинковой руды незначительны – составляют всего 66 тысяч тонн при содержании меди в ней 0,45 %.

Для оценки эффективности применения рентгенометрической сепарации для обогащения забалансовых медьсодержащих руд Свердловской и Челябинской областей и, тем самым, расширения сырьевой базы медной подотрасли Урала в перспективе целесообразно проведение следующих работ:

1. Проведение предварительных исследований, тестовых и опытно-промышленных испытаний, а также разработки технологий по рентгенометрическому обогащению забалансовых медных и медноколчеданных руд Шемурского, Ново-Шемурского, Сафьяновского, Валенторского, Северо-Калугинского, Левихинского, Северо-Ольховского, Молодежного, Талганского, Узельгинского, Александринского и Чебачьего месторождений на представительных по химико-минералогическому и гранулометрическому составам пробах исходной руды массой до 5 тонн каждая.

2. Проведение предварительных исследований и тестовых испытаний по рентгенометрической сепарации забалансовых руд Третьего Северного, Вадимо-Александровского и Березняковского месторождений на исходных пробах массой до 500 кг каждая.

3. Проведение предварительных исследований на обогатимость методом рентгенометрической сепарации забалансовых руд Высокогорского, Волковского и Галкинского месторождений на пробах, включающих все основные рудные минералы, вмещающие и разубоживающие породы, массой до 100 кг каждая и крупностью –50+20 мм.

Эффективность использования в качестве сырьевой базы цветной металлургии техногенно-минеральных образований (металлургических отвалов, хвостохранилищ) на данный момент невысока. Это объясняется тем, что при их переработке образуется значительное количество отходов более высокого класса опасности, объем которых зачастую превосходит объем перерабатываемого материала за счет добавляемых реагентов. Эффективность использования хвостов и металлургических шлаков значительно зависит от цен на металл, а также от степени комплексности извлечения и использования полученных при переработке материалов. Тем не менее концерн «Вель» начал технологическую подготовку производства и дополнительное изучение 6 техногенных объектов в Свердловской и Челябинской областях, в том числе в районе г. Карабаш, с целью их дальнейшей переработки.

К перспективным и относительно незатратным способам доизвлечения металла из различного рода потерь, по нашему мнению, следует отнести:

- подземное выщелачивание потерь руды из целиков затопленных рудников аэрированными шахтными водами с последующим осаждением металла на ионообменных смолах;
- подземное выщелачивание хвостов обогащения, направляемых в отработанные камеры в качестве закладки;
- направленное выщелачивание потерь полезного ископаемого непосредственно в породных отвалах с перехватом подотвальных вод и последующей их гидрометаллургической переработкой;

- обработка металлургических шлаков в гидравлическом потоке наносекундными электромагнитными импульсами с целью наилучшей дезинтеграции перерабатываемой массы и увеличения извлечения металла не менее чем на 15-20 %.

Указанные подходы имеют различную степень готовности и нуждаются в экспериментальной и опытно-промышленной проверке.

Вышеизложенное позволяет сформулировать следующие основные выводы.

1. Комплексное освоение недр и попутная переработка, в том числе некондиционных руд, уже является необходимостью.

2. Извлечение полезного ископаемого из недр может быть повышено не только за счет оптимизации потерь и засорения руды в процессе очистной выемки, но и за счет организации рудоподготовительных комплексов (внутришахтных или поверхностных), а также за счет применения совокупности разнообразных технологических схем подготовки руд и очистной выемки, в наибольшей степени соответствующих горно-геологическим, горнотехническим и геоэкономическим условиям освоения месторождения.

3. Значительным резервом расширения сырьевой базы медной подотрасли Урала может служить вовлечение в разработку забалансовых руд.

4. Эффективность использования в качестве сырьевой базы техногенно-минеральных образований (металлургических отвалов, хвостохранилищ) на данный момент невысока, однако вложение в это направление средств на НИР и ОКР будет оправдано при постановке задачи на комплексное извлечение полезного ископаемого и утилизацию отходов переработки.

Литература

1. Энерго- и ресурсосберегающие технологии поддержания сырьевой базы Республики Казахстан / С.В. Корнилков, И.В. Соколов, В.С. Шемякин, С.Ж. Галиев // Проблемы и пути инновационного развития горнодобывающей промышленности: материалы VI Междунар. науч.- практ. конф. – Алматы, 2013. – С. 172 – 181.

2. Комплексные технологические решения по отработке месторождений при выделении обособленной стадии рудоподготовки / С.В. Корнилков, И.В. Соколов, А.В. Колтунов, С.В. Исаков и др. // Научные основы, практика и перспективы развития информационных методов обогащения минерального и техногенного сырья: материалы науч.-техн. конф., 12 – 14 окт., 2011 г., г. Екатеринбург. - Екатеринбург: Изд.УГГУ, 2011. - С. 37 – 47.