

Д.Р. Каплунов, В.А. Юков

УЧЕТ РЕГИОНАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ ПРИ ТЕХНИЧЕСКОМ ПЕРЕОСНАЩЕНИИ ПОДЗЕМНЫХ РУДНИКОВ*

Аннотация. Рассмотрены некоторые региональные особенности. Обеспеченность основным видом сырья как забота о сырьевой базе на примере ряда компаний, успешно осваивающих месторождения разных полезных ископаемых, в том числе расположенных в Казахстане. Работа в особо охраняемых природных территориях: алмазодобывающие горно-обогатительные комбинаты на границе с заказниками; месторождения цветных металлов рядом с национальным парком. Создание нового национального парка может помешать разработке месторождений редких земель и апатитов. Между недропользователями и органами охраны природы достигим консенсус. Железорудным горно-обогатительным комбинатам на Кольском полуострове, никелевому горно-металлургическому комбинату на Таймырском полуострове, алмазным рудникам в криолитозоне Якутии свойственны повышенные издержки производства. Стремление создать эффективные условия для работы самоходного оборудования унифицировало системы разработки и привело к широкому применению систем трех классов с высоким участием закладки различными смесями. Снижение расходов производства на закладочные работы, особенно на цемент, достижимо за счет технических мероприятий и изыскания источников собственного сырья; на вспомогательные процессы — за счет автоматизированных систем контроля и управления. Накопленные объемы отходов добычи и переработки руды успешно перерабатывают существующими технологиями, что приводит к извлечению ценных металлов и высвобождению отторгнутых земель. Возможность снижения экологической нагрузки показана на примере регионов КМА и Южного Урала.

Ключевые слова: подземные рудники, минерально-сырьевая база, арктические регионы, криолитозона, особо охраняемые природные территории.

DOI: 10.25018/0236-1493-2018-9-0-25-34

В концепции социально-экономического развития РФ до 2020 г. применительно к горнодобывающей промышленности указано «развитие на инновационной основе добычи и переработки минерально-сырьевых ресурсов и обеспечение экологических требований». Это положение является базовым при рассмотрении вопросов технического прогресса в подземной добыче сырья.

Отдельные аспекты изменения технологии подземных горных работ за ру-

бежом отражены в работах [1–4]. В нашей стране при рассмотрении вопросов технического переоснащения подземных рудников приходится принимать во внимание и иные особенности. Сегодня нет отраслей. Существуют компании, в основном вертикально интегрированные холдинги. Развитие идет не в отраслевом разрезе, а в масштабах компаний, в местах расположения предприятий. Разведанные и освоенные в XIX–XX вв. месторождения в основном отработаны.

* Исследования выполняются в рамках базового бюджетного финансирования ИПКОН РАН (№ темы: 0138-2014-0001).

В последнее время в связи с истощением балансовых запасов выбыли Южно-Уральские бокситовые рудники (ЮУБР). На Северо-Уральском бокситовом руднике (СУБР) вместо 5 шахт осталось 3. Последней в 2016 г. выбыла шахта «Красная Шапочка» (16–16бис). В 2020 г. прекратит работу рудник Каула-Котсельваара. Ждановский карьер перестал работать в 2007 г. [5], ранее выбыли карьеры № 1 и № 2 Гайского ГОКа, карьер Учалинский [6, 7] и др.

Джезказганское месторождение, ранее казавшееся неисчерпаемым, сегодня превратилось в месторождение с убывающими балансовыми запасами, где вынуждены вести повторную частичную обработку ранее оставленных целиков. Выбыли рудники: Анненский — в 2014 г., Западный — в 2016 г. В 2019 г. завершит работу Восточный рудник. Степной рудник обеспечен балансовыми запасами до 2024 г., Южный — до 2030 г. [8].

Обеспеченность основным видом сырья

Является первостепенной задачей любой компании. Восполнение балансовых запасов продлевает срок ее существования. Для восполнения минерально-сырьевой базы собственными силами выполняют масштабные геологоразведочные работы на эксплуатируемых и новых участках.

АК «Алроса» решает задачу опережающего прироста запасов, не только за счет доразведки на действующих трубках и разведки известных кимберлитовых тел и россыпей, но и за счет открытия новых месторождений. К 2030 г. планируется увеличить запасы до 600 млн карат [9].

Для восполнения минерально-сырьевой базы ПАО «ГМК Норильский никель» в последнее время открыты и разведаны Вологодчанское медно-никелевое месторождение и Каменское месторожде-

ние цементных песчаников; выявлено и поставлено на государственный баланс Масловское платино-медно-никелевое месторождение.

В результате поисково-оценочных работ на цементные песчаники выявлены участки, перспективные для отработки открытым способом, что позволит полностью обеспечить потребности Заполярного филиала в цементном сырье [10].

В настоящее время компания ЮГК обладает 8 лицензиями для изучения участков в Челябинской области. ООО «Соврудник» в Красноярском крае за 7 лет разведало месторождения: Эльдорадо, Право-Уволжское, Ишмурат, Александро-Агеевское, Доброн и Ударное [11].

Геологические изыскания и опробование золоторудных зон и вмещающих пород подтвердило наличие в них металла. Мощность минерализованных зон колеблется от 3 до 15 м (что в несколько раз превышает мощность рудных жил) при среднем содержании золота до 0,3 г/т. По сути, это привело к переводу маломощных рудных жил в следующую категорию по мощности — в категорию рудных зон средней мощности, где применимы иные системы и средства механизации. Последнее обстоятельство — ревизия запасов не только пополнило сырьевую базу, но и позволило перейти на высокопроизводительные системы разработки с использованием современной самоходной техники.

Вопрос обеспечения предприятий медным сырьем особенно остро стоит на Урале. Это привело к тому, что новые предприятия Российской медной компании (РМК): ТОО «Актюбинская медная компания», ТОО «КопперТехнолоджи» и ТОО «КазГеоРуд» принять участие в доразведке и эксплуатации ряда медных и медно-цинковых месторождений в Актюбинской области на территории Казахстана [12].

Как зарубежные активы отметим, что АК «Алроса», помимо России, ведет добычу алмазов в Нигерии, компания «Северсталь» продала два завода в США, но сохранила добычный комплекс Putuv Либерии.

С учетом недостаточной обеспеченности запасами возрастает роль геологоразведочных работ, проводимых собственными силами компаний, включая непрофильные, а также нерудные месторождения. Действенной мерой представляется проведение разведки, а главной оценки всех месторождений полезных ископаемых, находящихся в окрестностях действующих предприятий, пригодных для разработки в условиях сложившейся инфраструктуры. Это позволит компенсировать выбывающие мощности, создать предприятия по выпуску новой продукции, необходимой потребителю.

Помимо горно-геологических и природно-климатических условий горнопромышленные предприятия отличаются региональными особенностями.

При внешней схожести процесса смены технологий и замены техники на рудниках возникают трудности освоения и сложности последующей эксплуатации, вызванные именно региональными условиями. Далее отмечаются некоторые из них.

Работа в особо охраняемых природных территориях

Горнодобывающий комплекс является одним из главных элементов экономики целого ряда регионов. Его развитие оказывает мультипликативный эффект на транспортную отрасль, металлургический, машиностроительный, химический и строительный комплексы, обеспечивает приток инвестиций и стимулирует спрос на товары и услуги в регионах.

В тоже время существуют расхождения между интересами недропользователей и природоохранными органами.

В Архангельской области функционируют два ГОКа полного цикла: на месторождениях им. М.В. Ломоносова и новое им. В. Гриба. Они расположены на границах Приморского государственного природного и ландшафтного заказника и Соянского государственного природного биологического заказника. Подъездная автомобильная дорога к существующим ГОКом находится внутри охраняемых территорий. Там же лежит большая часть перспективных месторождений алмазов, по разным оценкам 18–20% всех запасов российских алмазов.

В республике Карелия Пудожгорское титано-магнетитовое, Аганозерское хромитовое, Аганозерское силикатно-никелевое, Шалозерское месторождение платино-металлических, медно-никелевых и хромитовых руд расположены рядом с национальным парком «Водлозерский». Остается вероятность блокировки не только разработки этих месторождений, но и запланированного строительства железнодорожных и энергетических магистралей, необходимых не только для освоения этих месторождений, но и необходимых для социально-экономического развития региона.

В Мурманской области создание национального парка «Хибины» может помешать разработке месторождений редких земель и апатита [13].

Процесс создания и развития особо охраняемых природных территорий должен быть под жестким государственным контролем, чтобы избежать сдерживания развития горного комплекса и как следствие развития экономики страны.

Закон не запрещает участие профильных общественных и некоммерческих организаций в организации, охране и использованию особо охраняемых природных территорий.

При планировании технического перевооружения действующих рудников внимание следует уделить решению инфра-

структурных вопросов рудников. В частности, определению статуса подъездных путей — железных и автодорог, трасс и линий высоковольтных передач, других магистралей, обеспечивающих бесперебойное снабжение рудников всем необходимым. Консенсус между интересами недропользователей и природоохранными органами для успешной работы горных предприятий на особо охраняемых природных территориях может быть найден на основе комплексной геолого-экономической и природоохранной оценки территории и недр.

Промышленное производство на Крайнем Севере РФ

Представлено крупными вертикально интегрированными компаниями. В черной металлургии — ПАО «Север сталь», в цветной металлургии ПАО «ГМК Норильский никель», АК «Алроса» и др., в химической — ПАО «ФосАгро», МХК «Еврохим» и др. [14].

Основная рудная база ПАО «Северсталь» расположена на Кольском полуострове и включает два горнорудных предприятия: АО «Оленегорский горно-обогатительный комбинат» и АО «Ковдорский ГОК». Первый входит в состав ПАО «Северсталь», которое имеет активы в других сырьевых отраслях, в частности в угольной и золотодобывающей. АО «Ковдорский ГОК» входит в состав АО «МХК Еврохим». ПАО «Северсталь» завершила вывод производства из США, продав два завода, но сохранила сырьевые проекты, например, разработку железорудного месторождения Putu в Либерии.

ПАО «ГМК Норильский никель» является крупнейшей компанией страны. Основная рудная база компании располагается на Таймырском и Кольском полуостровах. Основа промышленной политики компании — тесная производственная кооперация. Основные добывающие мощности расположены в Красно-

дарском крае, а более половины конечной продукции выпускается в Мурманской области. АО Кольская ШМК» — одно из важнейших подразделений ПАО «ГМК Норильский никель» активно развивает инновационные проекты, в частности в металлургическом переделе для повышения извлечения цветных металлов и качества готовой продукции.

Алмазодобывающие подземные рудники АК «Алроса» (Интернациональный, Мир, Айхал и Удачный) расположены в Якутии. Специфические условия месторождений Крайнего Севера характеризуют отрицательные и низкие положительные температуры горного массива, наличие мощной толщи соляных вмещающих пород и напорных высокоминерализованных вод. В интервале отрицательных температур горного массива породы находятся в мерзлом, морозном или охлажденном состоянии, что характеризует криолитозону месторождений.

Минерально-сырьевую базу ПАО «ФосАгро» представляют крупнейшие в мире хибинские залежи апатитовых руд. Они разрабатываются входящим в состав компании АО «Апатит». Объем добычи достигает 30 млн т при выпуске более 8 млн т апатитового концентрата [14].

Высокие производственные издержки, обусловленные, помимо природно-климатических условий, постоянным ухудшением условий добычи и повышенными требованиями безопасности являются главным негативным фактором работы таких предприятий. В частности, на рудниках АК «Алроса» отсутствуют традиционно используемые для приготовления закладки материалы: шлак, ангидрит, зола ТЭЦ и т.п.

Унификация систем разработки

В настоящее время в области систем разработки месторождений наблюдается унификация геотехнологий. В зависимости от горно-геологических условий,

ценности сырья, выбранного способа управления горным давлением применяются:

- разные модификации систем разработки с обрушением руды и вмещающих пород (этажного и подэтажного обрушения);
- с искусственным поддержанием выработанного пространства: системы разработки горизонтальными слоями с закладкой и камерно-целиковая выемка;
- с естественным поддержанием выработанного пространства целиками — камерно-столбовая система с отработкой целиков, как правило, после закладки камер закладочными смесями различного состава.

Титульный список широко применяемых систем разработки фактически сведен к возможности эффективного использования высокопроизводительного самоходного оборудования в рассматриваемых горнотехнических условиях.

В настоящее время возвращаются к идее использования энергии гравитации для процесса дробления рудного массива при разработке месторождений — к применению системы самообрушения руды. В частности, изучается возможность применения самообрушения при отработке кимберлитов на руднике Удачный (АК «Алроса») и хромитовых месторождений на юге Казахстана. В предложении [15] рассматривается управляемое взрыво-гравитационное самообрушение, принудительно инициирующее процесс самообрушения в единичном слое ограниченной толщины.

Снижение расходов

В первую очередь, на закладочные работы, составляющие 25–30% в себестоимости добычи руды. В себестоимости добычи руды слоевой системой разработки на закладку приходится 35–40% расходов. Удельный расход цемента на 1 м³ закладки колеблется в широ-

ких пределах — 4,7–16,6%. Затраты на цемент в составе закладочных работ составляют 40–70%, в среднем 50%. На породу в составе 1 м³ приходится 73% по весу, а по стоимости — 40%. Удельный вес породной части составляет 14–17% в себестоимости добычи.

Мероприятия по удешевлению закладки:

- снижение расходов на цемент в составе закладочных смесей до уровня 40–60 кг/м³ (на норильских рудниках прочность закладки в 3 МПа в возрасте 180 сут. достигается при расходе цемента в 170 кг/м³, практически та же нормативная прочность на Малеевском руднике Зырянского свинцового комбината достигается при расходе в 60 кг/м³. На рудниках Уральской горно-металлургической компании применяют составы твердеющих смесей с содержанием цемента в 40 кг/м³, при этом прочность закладки достигает 3–5 МПа в возрасте 90 сут);

- активация компонентов закладочной смеси и воды, в частности достижение определенной тонины помола для каждого типа вяжущего, например, доизмельчение доменных шлаков до уровня содержания фракции — 0,074 мкм в 55–60%;

- внедрение логистических схем транспорта закладки на вновь вводимых горизонтах и особенно на проектируемых;

- изыскание источников собственного сырья для закладки взамен привозного.

На отечественных рудниках, применяющих передовые горные технологии и оснащенных самым современным оборудованием, производительность труда ниже, чем на зарубежных предприятиях, сопоставимых по горно-геологическим условиям и масштабам производства. Меньшая производительность труда связана с низким уровнем механизации и

автоматизации вспомогательных процессов добычи руды: транспортирования, подъема, водоотлива, вентиляции, энергоснабжения.

С увеличением глубины разработки затраты и трудоемкость работ на подъеме возрастают на 15–20%, а энергопотребление ведущих компаний составляет до 30% операционных расходов [16].

Снижение расходов вспомогательных процессов достижимо за счет внедрения автоматизированных систем контроля и управления (например, системы управления технологическими процессами перевозки), что в дальнейшем станет основой создания единого информационного пространства горнодобывающего предприятия.

Техногенные образования

В настоящее время накоплены огромные объемы отходов добычи и обогащения руд, сосредоточенные в техногенных месторождениях или образованиях. В ряде случаев содержание в них цветных, редких и благородных металлов превышает концентрацию в традиционных рудах. Многочисленные примеры (с цифровыми выкладками) накопления отходов приведены в [17]. В целом используется около 10% хвостов обогащения, 40% шлаков металлургического производства и не более 20% вскрышных пород. Вместе с тем существуют эффективные технологии по извлечению ценных металлов и высвобождению отторгнутых земель.

Выполненные нами оценки показали, что наибольшая эффективность освоения техногенных образований связана с переработкой хвостов обогащения как по металлу (в связи с их количеством), так и по высвобождению земли [18]; эффективность нового строительства для переработки хвостов обогащения и некондиционных руд, создания производства по переработке полезных пород [19].

При вовлечении в отработку техногенных источников формирование производительности рудника ведется на основе комбинированных потоков минерального сырья [20]. Они включают прямые (твердые, жидкие, пульпообразные) и возвратные (твердые, жидкие) рудные потоки, а также возвратные техногенные потоки (жидкие и шламообразные) — результат освоения техногенных образований.

При решении вопросов модернизации подземных рудников следует стремиться к максимальному сокращению образующихся отходов, к использованию малоотходных технологий. В ближайшей перспективе очевиден переход на безотходные технологии, использующие возникающие промпродукты в общем цикле основного и вспомогательного производств: применение породы от проходки выработок и хвостов обогащения для приготовления закладочных смесей не только на поверхностных, но и на подземных передвижных закладочных комплексах; использование выработанных пространств для размещения отходов горного и обогатительного производств; шахтных вод — в оборотном водоснабжении, кучном выщелачивании и др.

Снижение экологической нагрузки на природу и территории проживания населения

Ряд предприятий, особенно в железорудной промышленности, столкнулся с труднопреодолимым препятствием — отсутствием свободных земель для складирования отходов. Проблема осложняется резким повышением цены земли. Нарращивание дамб существующих хвостохранилищ, помимо того, что является весьма дорогостоящим мероприятием, еще и повышает опасность их эксплуатации. Размещение хвостохранилищ на значительном удалении существенно

увеличивает затраты на транспорт отходов. Расход электроэнергии на перекачку пульпы становится сопоставимым с затратами на измельчение руды — самым энергоемким процессом.

На шахте им. Губкина (регион КМА) научно обосновано техническое решение по размещению под землей гидравлической закладки на основе всех текущих хвостов обогащения, организации полного водооборота с использованием шахтных дренажной и технологической вод, то есть организация полного цикла безотходного производства железорудного концентрата [21]. На этой основе создана и внедрена в полном промышленном объеме расширяющегося производства комбината «КМАрула» экономически эффективная технология безотходного производства концентрата на базе подземной добычи железистых кварцитов.

Вместо строительства нового хвостохранилища на Гайском руднике заполняют выработанное пространство Карьера № 2 хвостами обогащения. После осветления пульпы в карьере вода подается в систему оборотного водоснабжения обогатительной фабрики [6].

Для Учалинского месторождения (регион Южный Урал) научно обосновано использование техногенного ресурса — выработанного пространства карьера, расположенного над действующим подземным рудником, для размещения отходов производства. Предложено заполнять чашу карьера сгущенными хвостами. Для изоляции подземных работ дополнительно к существующему 80 м искусственному разделительному целику предусмотрен дополнительный 29 м защитный слой из сгущенных хвостов с добавлением вяжущего компонента. Слой твердеющей закладки, предотвращающий выход зон обрушения отработанных рудником камер в дно карьера. Определен гранулометрический состав фильтрующих экранов (–5+3 мм), обес-

печивающий кольматацию сыпучих сред и нарушенных массивов. Заполнять чашу карьера предложено сгущенными хвостами.

Несмотря на сооружение узла сгущения пульпы и строительство закладочного комплекса (значительные инвестиции) вариант экономически выгоден по сравнению с традиционным строительством нового хвостохранилища [7]. Помимо рекультивации нарушенных горными работами земель, экономия на платежах за размещение отходов составляет 272 млн руб./год.

Промышленная экология изучает воздействие промышленности (от отдельных предприятий до техносферы) на природу и влияние условий природной среды на функционирование предприятий и их комплексов. Смысл словосочетания «охрана окружающей среды» несколько иной. Охранять не означает сохранить неизменной. Не представляется возможным всю Землю превратить в заповедник. Биосфера должна эволюционировать, а не деградировать. А это путь к сбалансированному экологически безопасному развитию горного производства.

Таким образом при решении вопросов технического переоснащения подземных рудников следует учитывать отмеченные аспекты применительно к каждому горнопромышленному региону, выделять особенность данной территории и сосредоточить усилия на преодолении неблагоприятного влияния именно данного фактора.

Горнодобывающие компании стремятся повысить рентабельность за счет увеличения эффективности производственной деятельности. Причем большинство считает жесткий контроль затрат как средство сохранения рентабельности. Однако в будущем им придется столкнуться с нехваткой квалифицированного персонала, способного обслуживать новое более сложное оборудование.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Techniques in underground mining. Selections fojmunderground mining method handbook.* Published by the Sosity Mining, metallurgy, and Exploration Inc. Edited. By Richard E. Gertsch and Richard E. Bullock. 2915, 823 p.
2. *Michelle Levesque* An improved management methodology for the mining industry. A thesis submitted in partial fulfilment of the requirements for degree of Doctor of Philosophy (PhD) in Natural Engineering. The Faculty of Graduate Studies Laurentian University Sudbury, Ontario, Canada, 2015.
3. *Jarvie-Eggart Michelle E.* Mining Case Studies in Managing Social & Environmental Risks in Developed World Englewood. Colorado: Society for Mining, Metallurgy and Exploration, 2015, 864 p.
4. *Donald Bleiwas* Estimates of electricity requirements for the recovery of mineral commodities, with examples applied to sub-Saharan Africa. U.S. Geological Survey, Reston, Virgins, 2011. Open File Report 2011–1253.
5. Токарев О. В., Кузенков М. В., Удалов А. Е. Технология подземной выемки запасов медно-никелевых руд Ждановского месторождения в период перехода с открытого способа разработки на подземный // Горный журнал. — 2015. — № 6. — С. 50–63.
6. Польшкин В. Н., Кубрин С. М. Утилизация хвостов обогащения в ОАО «Гайский ГОК» // Горный журнал. — 2009. — С. 33–36.
7. Ахмедьянов И. Х., Григорьев В. В., Красавин В. П. и др. Горнотехническая рекультивация Учалинского карьера с использованием обезвоженных хвостов обогащения // Горный журнал. — 2014. — № 7. — С. 24–29.
8. Юн А. Б. Разработка и обоснование параметров горнотехнической системы комплексного освоения Жезказганского месторождения в условиях восполнения выбывающих мощностей рудников. Реферат докторской диссертации. — М.: изд-во МГГУ, 2016. — 35 с.
9. Чаадаев А. С., Зырянов И. Б., Бондаренко И. Ф. Состояние и перспективы развития горно-обогатительных технологий на алмазодобывающих предприятиях АК «Алроса» (ПАО) // Горнорудная промышленность. — 2017. — № 2. — С. 7–13.
10. Галаов Р. Б., Пелипенко Е. В., Колечко С. С. История освоения и перспективы развития минерально-сырьевой базы ЗФ ПАО «Норильский никель» // Горный журнал. — 2015. — № 6. — С. 7–10.
11. Бергер Р. В., Федосеев В. В., Сараскин А. В. Состояние и перспективы развития минерально-сырьевой базы АО «ЮГК» на Южном Урале // Горный журнал. — 2017. — № 9. — С. 6–9.
12. Алтушкин И. А. Реализация стратегии устойчивого развития горно-металлургической компании на примере освоения медных месторождений республики Казахстан // Горный журнал. — 2013. — № 4. — С. 67–76.
13. Тимофеев И. К., Лутфулин У. Р. Минерально-сырьевая база и особо охраняемые природные территории Северо-Западного федерального округа: проблемы и взгляд в будущее // Горный журнал. — 2016. — № 5. — С. 7–11.
14. Селин В. С., Ларичкин Ф. Д., Цукерман Е. А., Горячевская Е. С. Проблемы индустриализации и промышленная политика ресурсно-сырьевых компаний арктической зоны Российской Федерации // Горный журнал. — 2016. — № 10. — С. 25–28.
15. Трубецкой К. Н., Галченко Ю. П., Сабянин Г. В. Патент РФ № 2445459. Способ подземной разработки мощных рудных месторождений, Заявка № 201012805903. Приоритет 07.07.2010, опубл. 20.03.2012, Бюл. № 8.
16. Айнбиндер И. И. Модернизация подземной добычи руд на больших глубинах // Горный журнал. — 2016. — № 12. — С. 51–55.
17. Трубецкой К. Н., Захаров В. Н. Каплунов Д. Р., Рыльникова М. В. Эффективные технологии использования техногенных ресурсов — основа экологической безопасности // Горный журнал. — 2016. — № 5. — С. 34–40.
18. Каплунов Д. Р., Юков В. А. К оценке эффективности освоения техногенных образований // Маркшейдерский вестник. — 2008. — № 5. — С. 8–12.
19. Каплунов Д. Р., Юков В. А. Эффект от переработки материалов техногенных образований // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2008. — № 12. — С. 72–76.
20. Юков В. А. К методике учета состава создаваемых минерально-сырьевых потоков // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2012. — № 5. — С. 346–354.

21. Лезеровия С. Г., Помельников И. И., Сидорук В. В., Томаев В. К. Ресурсовоспроизводящая безотходная геотехнология комплексного освоения месторождений Курской магнитной аномалии. — М.: Изд-во «Горная книга», 2012. — 547 с. **ИЗБ**

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Каплунув Давид Родионович¹ — член-корреспондент РАН,
главный научный сотрудник,

Юков Владимир Александрович¹ — кандидат технических наук,
старший научный сотрудник,

¹ Институт проблем комплексного освоения недр РАН,

e-mail: info@ipkonran.ru.

ISSN 0236-1493. Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'. 2018. No. 9, pp. 25–34.

Accounting for regional features of mineral-resources base in re-equipment of underground mines

Kaplunov D.R.¹, Corresponding Member of Russian Academy of Sciences,
Chief Researcher,

Yukov V.A.¹, Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher,

¹ Researching institute of comprehensive exploitation of mineral resources RAS,

e-mail: info@ipkonran.ru.

Abstract. Some regional specific features are discussed in the article. Resources endow as the concern of the mineral-resources base is considered in terms of successful mining companies, including Kazakhstan. Mining sometimes is carried out in natural areas of preferential protection: diamond deposits at the boundaries of wildlife preserves; nonferrous metal deposits nearby national reservations. Creation of a new national reservation can hinder development of rare earths and apatite. Subsoil users and environmental authorities can reach consensus. Production in the Far North of Russia includes: iron ore mining and processing works in the Kola Peninsula; nickel mining and metallurgical plant in the Taimyr Peninsula; diamond mines in the permafrost area in Yakutia. Operations in such conditions feature high expenses. Anxiety for efficient working environment for self-propelling equipment unifies mining systems and results in wider application of three mining methods with various backfill mixtures. Production cost cutting, first of all, in backfilling, is achievable through special engineering efforts and own sources of raw materials in the form of cement, or owing to automated management and control in terms auxiliary procedures. Huge accumulated waste of mining and processing is efficiently treated using current technologies, which allows recovery of valuable metals and release of withdrawn lands. Feasibility of reduction in the environmental pressure is demonstrated in terms of the mining areas in the Kursk Magnetic Anomaly and South Ural.

Key words: underground mines, mineral-resources base, Arctic region, permafrost area, specially protected natural areas.

DOI: 10.25018/0236-1493-2018-9-0-25-34

ACKNOWLEDGEMENTS

The studies are carried out in the framework of government funding at the Research Institute of Integrated Mineral Resources Development—IPKON RAS, Topic No. 0138-2014-0001.

REFERENCES

1. *Techniques in underground mining. Selections fojmunderground mining method handbook.* Published by the Society Mining, metallurgy, and Exploration Inc. Edited. By Richard E. Gertsch and Richard E. Bullock. 2915, 823 p.

2. Michelle Levesque *An improved management methodology for the mining industry.* A thesis submitted in partial fulfilment of the requirements for degree of Doctor of Philosophy (PhD) in Natural Engineering. The Faculty of Graduate Studies Laurentian University Sudbury, Ontario, Canada, 2015.

3. Jarvie-Eggart Michelle E. *Mining Case Studies in Managing Social & Environmental Risks in Developed World Englewood.* Colorado: Society for Mining, Metallurgy and Exploration, 2015, 864 p.

4. Donald Bleiwas *Estimates of electricity requirements for the recovery of mineral commodities, with examples applied to sub-Saharan Africa*. U.S. Geological Survey, Reston, Virgins, 2011. Open File Report 2011–1253.

5. Tokarev O. V., Kuzenkov M. V., Udalov A. E. Tekhnologiya podzemnoy vyemki zapasov medno-nikelevykh rud Zhdanovskogo mestorozhdeniya v period perekhoda s otkrytogo sposoba razrabotki na podzemnyy [Underground technology for copper–nickel ore extraction at the Zhdanov deposit in transition from open pit to underground mining]. *Gornyy zhurnal*. 2015, no 6, pp. 50–63. [In Russ].

6. Pol'kin V. N., Kubrin S. M. Utilizatsiya khvostov obogashcheniya v OAO «Gayskiy GOK» [Use of tailings at Gaisky Mining and Processing Plant]. *Gornyy zhurnal*. 2009, pp. 33–36. [In Russ].

7. Akhmed'yanov I. Kh., Grigor'ev V. V., Krasavin V. P. Gornotekhnicheskaya rekultivatsiya Uchalinskogo kar'era s ispol'zovaniem obezvozhennykh khvostov obogashcheniya [Engineering reclamation of Uchaly open pit mine using dehydrated tailings]. *Gornyy zhurnal*. 2014, no 7, pp. 24–29. [In Russ].

8. Yun A. B. Razrabotka i obosnovanie parametrov gornotekhnicheskoy sistemy kompleksnogo osvoeniya Zhezkazganskogo mestorozhdeniya v usloviyakh vospolneniya vybyvayushchikh moshchnostey rudnikov [Development and substantiation of mine-technical system design for integrated mining at the Zhezkazgan deposit with replenishment of depleting reserves of underground mines], Doctor's thesis, Moscow, izd-vo MGGU, 2016, 35 p.

9. Chaadaev A. S., Zyryanov I. B., Bondarenko I. F. Sostoyanie i perspektivy razvitiya gorno-obogatitel'nykh tekhnologiy na almazodobyvayushchikh predpriyatiyakh AK «Alrosa» (PAO) [Processing technologies of diamond mines of ALROSA: Condition and development prospects]. *Gornorudnaya promyshlennost'*. 2017, no 2, pp. 7–13. [In Russ].

10. Galaov R. B., Pelipenko E. V., Kolechko S. S. Istoriya osvoeniya i perspektivy razvitiya mineral'no-syr'evoy bazy ZF PAO «Noril'skiy nikel'» [History and growth prospects for mineral resources base of Norilsk Nickel]. *Gornyy zhurnal*. 2015, no 6, pp. 7–10. [In Russ].

11. Berger R. V., Fedoseev V. V., Saraskin A. V. Sostoyanie i perspektivy razvitiya mineral'no-syr'evoy bazy AO «YUGK» na Yuzhnom Urale [Mineral-resources base of UGC Gold Mining Company in the South Ural: Condition and development prospects]. *Gornyy zhurnal*. 2017, no 9, pp. 6–9. [In Russ].

12. Altushkin I. A. Realizatsiya strategii ustoychivogo razvitiya gorno-metallurgicheskoy kompanii na primere osvoeniya mednykh mestorozhdeniy respubliki Kazakhstan [Implementation of sustainable development strategy of a mining-and-metallurgical company in terms of copper mining in the Republic of Kazakhstan]. *Gornyy zhurnal*. 2013, no 4, pp. 67–76. [In Russ].

13. Timofeev I. K., Lutfullin U. R. Mineral'no-syr'evaya baza i osobo okhranyaemye prirodnye territorii Severo-Zapadnogo federal'nogo okruga: problemy i vzglyad v budushchee [Mineral-resources base and natural areas of preferential protection in the Northwest Federal District: Problems and future considerations]. *Gornyy zhurnal*. 2016, no 5, pp. 7–11. [In Russ].

14. Selin V. S., Larichkin F. D., TSukerman E. A., Goryachevskaya E. S. Problemy industrializatsii i promyshlennaya politika resursno-syr'evykh kompaniy arkticheskoy zony Rossiyskoy Federatsii [Problems of industrialization and industrial policy of mineral mining companies in the Arctic area of the Russian Federation]. *Gornyy zhurnal*. 2016, no 10, pp. 25–28. [In Russ].

15. Trubetskoy K. N., Galchenko Yu. P., Sabyanin G. V. *Patent RU 2445459*, 20.03.2012.

16. Aynbinder I. I. Modernizatsiya podzemnoy dobychi rud na bol'shikh glubinakh [Modernization of deep-level ore mining]. *Gornyy zhurnal*. 2016, no 12, pp. 51–55. [In Russ].

17. Trubetskoy K. N., Zakharov V. N., Kaplunov D. R., Ryl'nikova M. V. Effektivnye tekhnologii ispol'zovaniya tekhnogennykh resursov osnova ekologicheskoy bezopasnosti [Efficient technologies of mining waste management—Basis of environmental security]. *Gornyy zhurnal*. 2016, no 5, pp. 34–40. [In Russ].

18. Kaplunov D. R., Yukov V. A. K otsenke effektivnosti osvoeniya tekhnogennykh obrazovaniy [Mining waste management efficiency appraisal]. *Markshedyderskiy vestnik*. 2008, no 5, pp. 8–12. [In Russ].

19. Kaplunov D. R., Yukov V. A. Effekt ot pererabotki materialov tekhnogennykh obrazovaniy [Effect of mining waste treatment]. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. 2008, no 12, pp. 72–76. [In Russ].

20. Yukov V. A. K metodike ucheta sostava sozdavaemykh mineral'no-syr'evykh potokov [Procedure for accounting compositions of mineral flows]. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. 2012, no 5, pp. 346–354. [In Russ].

21. Lezeroviya S. G., Pomel'nikov I. I., Sidoruk V. V., Tomaev V. K. Resursovoproizvodnyashchaya bezotkhodnaya geotekhnologiya kompleksnogo osvoeniya mestorozhdeniy Kurskoy magnitnoy anomalii [Resource-reproducing wasteless geotechnology for integrated development of mineral deposits in the Kursk Magnetic Anomaly], Moscow, Izd-vo «Gornaya kniga», 2012, 547 p.