

вания», «Смазка машины согласно карте экскаватора» вскоре привело бы к выводу из строя экскаватора.

Сравнение плановых и фактически выполненных ремонтных операций свидетельствует, что на 1 выполненную по плану ремонтную операцию приходится 0,75 операций вне плана. Сравнение плановой трудоемкости с фактической свидетельствует о том, что на 1 чел.-ч выполнения ремонтных операций по плану приходится 0,4 чел.-ч выполнения ремонтных операций вне плана. Плановая и фактическая трудоемкости выполнения одной и той же ремонтной операции отличается до 13 раз. Столь значительные отклонения от запланированных видов ремонтных операций и трудоемкости дезорганизуют процесс ремонта в целом, что приводит к росту затрат времени и ресурсов.

Хронометраж проведения ремонта экскаватора показал, что затраты времени на функциональную работу ремонтного персонала составили 50% от их календарного фонда времени. Остальные 50% времени затрачены на выполнение нефункциональной работы, вызванной недостаточной подготовленностью рабочего места к проведению рассматриваемого ремонта.

Хронометражные наблюдения позволяют установить структуру затрат времени на нефункциональную работу, связанную с некачественным планированием и неподготовленностью ра-

бочего места к проведению ремонта:

- ожидание окончания рабочего времени, связанное с завершением выполнения ремонтных операций, – 13,6%;
- планирование и подготовка ремонтных операций в рабочее время – 17,9%;
- поиск инструмента, материалов, ожидание вспомогательной техники и оснастки – 6,3%;
- время отдыха, превышающее время, отведенное по регламенту, – 12%.

Анализ плановых и фактически выполненных ремонтных операций при ремонте экскаватора ЭКГ-8И показывает, что неподготовленность рабочего места во многом обусловлена недостаточным знанием технического состояния ремонтируемого оборудования. Необходимым становится проведение мониторинга технического состояния оборудования и учета наработки узлов, агрегатов, условий и режимов эксплуатации оборудования, что позволит более точно планировать периодичность и объемы ремонтных воздействий, затраты материальных и трудовых ресурсов.

Таким образом, в результате перехода от планирования общих затрат на проведение ремонта к планированию проведения каждой ремонтной операции появляется возможность увидеть структуру затрат времени и других ресурсов, что позволяет принимать целенаправленные воздействия, направленные на повышение эффективности использования ресурсов в процессе ремонта.

УДК 662.23.504.05

Славиковский О.В., Славиковская Ю.О.

ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО УРОВНЯ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИ КОМБИНИРОВАННОЙ ГЕОТЕХНОЛОГИИ

Экологический аспект рационального недропользования в значительной степени характеризуется уровнем отходов горнопромышленного комплекса и потерями минерального сырья. При наличии в стране отраслевых министерств (черной, цветной металлургии и других) деятельность горнодобывающих предприятий была четко ориентирована при разработке даже комплексных месторождений полезных ископаемых на один вид сырья, руды черных и цветных металлов, горнохимическое сырьё и т.д. И в настоящее время деятельность горнодобывающего предприятия также можно характеризовать как узкопрофильное освоение недр.

Так, на Урале при разработке железорудных месторождений Песчанской группы при наличии в

них промышленных участков медных руд их раздельная выемка не велась и не ведется. Аналогичная ситуация сложилась при разработке железорудных месторождений Тагило-Кушвинской группы.

С переходом к рынку изменились требования к кондициям, как правило, в сторону повышения качественных характеристик рудного сырья, в результате чего в отвалы складировались большие объемы некондиционного рудного сырья, а при подземной разработке рудных месторождений некондиционные руды остаются в недрах, при этом они содержат целый комплекс полезных компонентов.

В Уральском регионе на Левихинском медном руднике запасы некондиционных руд составляют порядка 5 млн т с содержанием меди до

1,3–1,5%. В рудных отвалах ОАО «Святогор» содержится до 1,13% меди, а в отвалах вскрышных пород на руднике III Интернационала: Cu – 0,35%, Zn – 0,92%, Au – 0,6%, Ag – 0,36%.

Подземная разработка месторождений полезных ископаемых характеризуется большими потерями руды в недрах. В зависимости от применяемых систем разработки потери руды в недрах достигают 20–25% и более. К сожалению, за последние годы потери руды в недрах возрастают. Примером могут служить рудники СУБРа, которые были ориентированы на системы разработки с закладкой выработанного пространства, характеризующиеся низкими потерями руды, но более высокой себестоимостью добычи.

Для недопущения роста себестоимости добычи приоритет был отдан широкому применению высокопроизводительных систем с относительно низкими затратами (камерно-столбовая и система этажно-камерного обрушения). В итоге, в настоящее время доля камерных систем с закладкой составляет 3–4%, камерно-столбовой системы разработки – 50%, системы этажно-камерного обрушения – 8–10%. Такое изменение соотношений систем разработок привело, конечно, к увеличению потерь боксита в недрах. Среднее значение потерь в целом по предприятию в настоящее время составляет порядка 17%, в то время как в 1980-е гг. эта величина достигала 11%.

Практика показала, что повторная отработка месторождений в целях полноты его использования и сокращения потерь традиционными технологиями весьма затратна и опасна.

Существующие технологии обогащения характеризуются избирательностью извлечения полезных компонентов и позволяют использовать лишь небольшую часть извлекаемой из недр ценной минеральной массы (около 6–8%), а остальная часть образует отходы, которые по мере накопления и хранения становятся одним из наиболее значительных факторов антропогенных изменений окружающей среды. При получении 1 т металла, содержащегося в рудном сырье, поступающем на обогатительный передел, образуется от 30 до 100 т хвостов.

Существующие технологии разработки месторождений характеризуются огромными объемами перемещения горной массы и размещением на поверхности пород вскрыши, ежегодный объем которых достигает в черной и цветной металлургии до 210 млн м³, а хвостов обогащения – 140 млн м³ в год. В угольной отрасли образуется в год более 650 млн м³ вскрышных пород и отходов обогащения. В последующее производство вовлекается в настоящее время не более 20% из-

влекаемых из недр безрудных горных пород и около 10% отходов обогащения [1].

Отвалы и хвостохранилища наносят существенный вред окружающей среде, занимая огромные площади на поверхности земли для своего размещения. Так, площадь нарушенных земель Михайловского и Стойленского ГОКов (КМА) составляет 6342 и 2470 га соответственно.

Сухая поверхность отвалов и хвостохранилищ – источник пылевого загрязнения окружающей среды даже при незначительных скоростях ветра. В целом согласно эколого-геохимическим исследованиям НИИКМА в результате пылевыбросов на территории КМА зона максимального воздействия составляет до 3 км, а модуль техногенной нагрузки 750–1050 кг/га и более в год (до 150–450 кг/га в зимний период).

Влияние пылевого загрязнения весьма существенно, поскольку оно является одним из основных источников загрязнения почвы. Так, максимальный уровень загрязнения составляет от 64 до 100 и более единиц (зона чрезвычайного экологического бедствия) и установлен непосредственно в пределах Стойленского карьера и его отвалов.

Таким образом, горнопромышленный комплекс помимо экстенсивного истощения недр земли наносит огромный вред окружающей природной среде, степень изменения которой в отдельных горнодобывающих регионах достигает критической фазы.

Одним из основных путей долговременного и экологически сбалансированного недропользования является повышение научно-технического уровня добычи и переработки полезных ископаемых.

Реальным способом сокращения количества отходов является их переработка с расширением номенклатуры товарной продукции горнодобывающих предприятий, для чего создаются новые технологии. В связи с этим приоритетное значение приобретает переработка руд на основе современных методов обогащения, гидро- и пирометаллургии, вовлечение в переработку минеральных ресурсов техногенного происхождения.

В то же время добыча полезных ископаемых из недр земли является в обозримом будущем безальтернативной необходимостью, в связи с чем наиболее остро встает проблема размещения отходов горнодобывающего производства, большинство из которых будут содержать полезные компоненты.

В современных условиях совершенствование в целом геотехнологии заключается в рациональном сочетании элементов физико-технической и физико-химической геотехнологий в единых стратегически оправданных схемах освоения недр. В связи

с этим весьма важно рассмотрение в едином технологическом комплексе освоения природных месторождений с учетом доработки залежей некондиционных руд и промышленного вовлечения в эксплуатацию формируемых техногенных отходов добычи и обогащения [2].

Складирование отходов горнопромышленного комплекса возможно в отвалах и хвостохранилищах. В целях сокращения отчуждения земель под горные отвалы в настоящее время начинают широко внедрять техническую рекультивацию карьерного пространства на основе размещения в отработанных карьерах хвостов обогащения.

Одним из принципиальных научно-методических положений разработки рудных месторождений подземным способом является размещение хвостов обогащения в выработанных пространствах очистных блоков и использование их в качестве закладки. Экологический фактор размещения хвостов обогащения в подземных выработанных пространствах очевиден и имеет актуальное обоснование – с земной поверхности удаляют источники опасного длительного загрязнения окружающей среды токсичными и вредными веществами (тяжелыми металлами, мышьяком и т.д.). С другой стороны, размещение отходов обогатительного передела в подземных выработках весьма перспективно с точки зрения создания новых техногенных минеральных объектов.

Рассмотрим размещение хвостов в подземном пространстве с точки зрения воспроизводства минеральных ресурсов. При отработке месторождений, представленных рудами высокой крепости в устойчивых породных массивах, весьма перспективным является переход на применение камерно-целиковой системы разработки с размещением отходов обогащения данного вида сырья в камерах. Примером может служить опыт разработки железистых кварцитов комбинатом «КМАруда», где применяют этажно-камерную систему разработки с 1952 г. Добыто 150 млн т руды, при этом технико-экономические показатели шахты им. Губкина, ведущей разработку месторождения, сопоставимы с открытыми работами. Экономический эффект размещения отходов обогащения в камерах составил 33,2 руб. на 1 м³ уложенных хвостов.

В свою очередь, данные технологии позволяют сохранить забалансовые руды и обеспечить в дальнейшем отработку месторождений, исключая тем самым потери в целиках кондиционных руд.

В ряде работ указывается на существенное изменение первичного химико-минералогического состава техногенных отходов, складированных на земной поверхности и хранящихся длительное

время. Особенно значительным химическим преобразованиям подвергаются отвалы хвостохранилищ. Сульфиды, содержащиеся в дисперсном материале хвостов, легко поддаются окислению. В качестве одной из главных причин геохимических преобразований в хвостах выдвигают климатические условия: среднегодовую температуру и количество осадков. Следует дополнительно учитывать и ветровую нагрузку, вызывающую механическое выветривание в хвостохранилищах, особенно при сильных продолжительных ветрах. Условием снижения геомеханических изменений в хвостах (отвалах) могут служить геохимические барьеры, способствующие ограничению миграционных способностей химических элементов, но и они подвержены разрушению.

В подземных условиях влияние внешней среды на техногенные минеральные образования ограничено и поддается более эффективному управлению. Следует отметить, что при обращении к хвостам как предмету решения проблем закладки, многие исследователи упускают техногенный аспект – возможность их повторной переработки, поскольку они могут обрабатываться в будущем физико-химической геотехнологией.

Воспроизводство минеральных ресурсов, приращение минерально-сырьевой базы является важным условием национальной безопасности. На смену промышленно освоенным месторождениям должны вводиться новые. Важной стороной воспроизводства минеральных ресурсов при подземной разработке, на наш взгляд, является возвращение твердых отходов переработки на места выемки перерабатываемых руд с формированием техногенных минеральных объектов.

Для последующих поколений подземные техногенные месторождения представляют вторичные минеральные ресурсы в восстановленном горном массиве и способны сохраняться длительное время. На земной поверхности они уязвимы перед воздействием стихийных явлений и представляют собой потенциальную угрозу для окружающей среды. В связи с этим формирование новых подземных технологических образований включает последовательное и непрерывное осуществление комплекса работ по их созданию в определенных контурах, масштабах и в конкретных временных этапах, исходя из ориентации в перспективе на тот или иной метод их отработки физико-химической геотехнологией.

Формирование новых подземных минеральных образований должно производиться с учетом будущих способов их разработки физико-химической геотехнологией с использованием подземного выщелачивания для извлечения

цветных, редких, благородных металлов и т.д. Как отмечалось выше, подземная геотехнология характеризуется большими потерями полезного ископаемого в недрах. Так, при отработке месторождений железных и медных руд по различным оценкам специалистов в недрах остается до 50% запасов металла.

Одним из основных направлений снижения потерь минерального сырья, оставляемого в недрах при отработке месторождений традиционными способами – физико-технической геотехнологией, является доизвлечение их геохимическими методами. Эффективность применения физико-химической геотехнологии во многом определяется степенью подготовленности минерального сырья к разработке.

На Урале имеется целый ряд старых медных рудников (Гумешевский, Зюзельский, Дегтярский и др.), оставшиеся в недрах запасы которых предусматривается отрабатывать физико-химической технологией. Но основные запасы руды остаются в целиках, что существенно снижает эффектив-

ность вовлечения их в геохимические методы извлечения – необходима их предварительная подготовка на стадии закрытия рудника.

При подземном выщелачивании подготовка оставляемых в недрах запасов заключается в предварительном дроблении их взрыванием глубоких скважин. Блоки выщелачивания готовятся как с использованием пройденных выработок, так и проходкой с оборудованием специальных выработок.

Перспективность технологий с выщелачиванием металла доказана опытом отработки Саданских месторождений, Быкогорским урановым месторождением и т.д.

Формирование сопутствующих техногенных минеральных образований в подземных выработках, исходя из способа их дальнейшей разработки и предварительной подготовки оставшихся запасов в недрах для физико-химической геотехнологии их отработки, должно предусматриваться при разработке в целом стратегии отработки месторождения.

Библиографический список

1. Чантурия В.А., Чаплыгин Н.Н., Вигдергауз В.Е. Ресурсосберегающие технологии переработки минерального сырья и охрана окружающей среды // Горный журнал. 2007. № 2.
2. Каплунов Д.Р. Задачи широкомасштабного внедрения комбинированной геотехнологии // Материалы Междунар. науч.-техн. конференции «Комбинированная геотехнология: масштабы и перспективы применения». М., 2000.

УДК 622.02:539.2/8

Хлусов А.Е.

О ПОЛЗУЧЕСТИ МНОГОСЛОЙНОЙ НЕОДНОРОДНОЙ ПОРОДНОЙ БАЛКИ

При проектировании и эксплуатации горных выработок обеспечение их устойчивости является важнейшей задачей. И в первую очередь это относится к кровле выработки, поскольку от ее состояния напрямую зависит безопасность работ. Для правильного выбора крепи выработки (особенно в случае ее длительной эксплуатации) необходимо знание величины ожидаемых смещений кровли. Если последняя представлена слоем однородной породы, то при условии постоянства величины действующей нагрузки задача имеет известные решения [1–4]. Однако в подавляющем большинстве кровля выработки неоднородна и состоит из нескольких слоев пород различного литологического состава. Вопрос определения величины смещений такой кровли, находящейся в состоянии ползучести, остается открытым. В данной статье рассматривается подход к решению указанной за-

дачи, основанный на аналогии работы кровли выработки (как многослойной плиты) и выделенной из ее средней части многослойной балки-полоски, состоящей из разнородных пород и испытывающей цилиндрический изгиб.

Возьмем монолитную многослойную неоднородную балку, находящуюся под длительным действием изгибающей нагрузки, и рассмотрим деформирование ее элемента $edpk$, образованного проведением на бесконечно малом расстоянии друг от друга двух поперечных сечений (рис. 1, а). Если условиться, что при изгибе балки происходит поворот сечений вокруг ее нейтральной оси $N-N$, то поперечное сечение $e-d$, изначально (т. е. сразу после приложения нагрузки) занимавшее положение e_0-d_0 , через некоторое время t дополнительно повернется на некоторый угол и примет положение e_t-d_t . При этом будем считать, что породные слои,