

УДК 622.272:553.632

М.М. Хайрутдинов, И.К. Шаймярдянов

**ПОДЗЕМНАЯ ГЕОТЕХНОЛОГИЯ С ЗАКЛАДКОЙ
ВЫРАБОТАННОГО ПРОСТРАНСТВА: НЕДОСТАТКИ,
ВОЗМОЖНОСТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ**

Семинар № 15

Анализ мирового опыта показывает, что до 35 % рудников применяют системы разработки с закладкой. Это связано с углублением горных работ, усложнением горно-геологических условий при подземной разработке месторождений полезных ископаемых, а также с борьбой за полноту извлечения. Если на рудниках в основном применяются системы с твердеющей закладкой на основе цементного вяжущего, что связано с высокой ценностью добываемого сырья, то на угольных шахтах используют сухую или гидравлическую закладку крупнодроблёнными породами от проходки, мелкодроблёнными горельниками или специально добываемым песком. Закладку на угольных шахтах применяют в исключительных случаях: при извлечении мощных, крутопадающих пластов; при необходимости снижения эндогенной пожароопасности; при отработке пластов под охранными объектами. Результаты научных исследований, проведённых в последние годы, позволяют утверждать о возможности применения на угольных шахтах твердеющей закладки на бесцементной основе. Так на шахте «Коксовая» «Прокопьевско-Киселёвского» месторождения (Россия) в 2006 г. были проведены опытно-промышленные испытания по применению закладки из золошлаковых отходов ГРЭС.

Закладка выработанного пространства позволяет управлять горным давлением и повышать безопасность ведения горных работ, вести одновременную отработку месторождения подземным и открытым способами, повысить коэффициент извлечения, а также снизить негативное влияние горного производства на окружающую среду.

Известные достоинства подземной геотехнологии с закладкой выработанного пространства в ряде случаев не реализуется, что требует совершенствования соответствующих процессов.

В большинстве случаев на рудниках: «Северный» (Россия, Мурманская обл.), «Интернациональный» (Россия, Якутия), «Геко» (Канада) и др. для закладочных работ используется специально добываемый заполнитель, который характеризуется непостоянством качества (гранулометрического состава, влажности, вещественного состава и пр.). Это сопряжено с относительно высокими затратами на его добычу.

Часто в закладочную смесь добавляется излишнее количество воды с целью повышения ее транспортабельности, это приводит к расслоению смеси во время транспортирования и, как следствие, к снижению прочности закладочного массива. Так, на руднике «Оутокумпу» (Финляндия) с переходом очистных работ на более глу-

бокие горизонты происходило обрушение боковых стенок искусственных целиков. Для ликвидации отрицательного воздействия избыточной воды в смесях увеличивали расход вяжущего, что привело к росту себестоимости добычи.

Применение закладки при добыче полезных ископаемых сопряжено со строительством закладочных комплексов, требующих значительных финансовых затрат. Кроме того, наличие закладочного комплекса усложняет технологическую схему процесса добычи полезного ископаемого. Закладочный комплекс – это отдельный «организм», введённый в состав горнодобывающего предприятия, со своими технологическими процессами, нарушение одного из них может привести к сбою всего процесса добычи полезного ископаемого. Так, на руднике «Северный» (Россия, Мурманская обл.) в декабре 2006 разрушился вал шестерни мельницы, измельчающей металлургический шлак. В результате этой поломки из технологической схемы выпала одна линия по производству закладочной смеси и соответственно производительность закладочного комплекса упала на 20 %, что повлекло за собой снижение добычи руды.

Недостаточная производительность закладочного комплекса, сдерживает развитие производственной мощности предприятия. Так, на руднике «Комсомольский» (Россия, Норильск) увеличение объёмов добычи привело к необходимости наращивания производства закладочной смеси с 0,95 млн т до 1,25 млн т, что, в свою очередь, потребовало реконструкции закладочного комплекса.

Строительство закладочного комплекса не решает всех проблем, так как стоит вопрос транспорта закладочной смеси в выработанное про-

странство. Развитие горных работ приводит к удалению (углублению) места укладки смеси от места приготовления и соответственно увеличению длины её транспортирования. Так, на «Бурибаевском» ГОКе (Россия, Башкортостан) развитие горных работ привело к удалению места очистной выемки от закладочного комплекса на 2,5-3 км. Такое удаление сделало невозможным применение системы с закладкой на данном руднике.

Транспорт закладки - это отдельный технологический процесс и ещё одно звено в большой цепи, связанной с добычей полезного ископаемого. При транспорте литой смеси возникает ряд трудностей. Так, на «Гайском» ГОКе и рудниках «Норильского никеля» транспорт на глубокие горизонты приводил к возникновению воздушных ударов и повреждению трубопроводов. Также в связи с подачей гидросмеси на большие глубины возникает вопрос резкого колебания давления, связанного с пусковыми и остановочными режимами подачи пульпы.

При перемещении закладочного материала на большие горизонтальные расстояния необходимо устройство различных конструкций, так как кинетической энергии бывает зачастую недостаточно. Транспорт литой смеси по трубопроводам приводит к их износу ввиду высокой абразивности инертного заполнителя. В то же время при перемещении закладочного материала происходит его расслоение и соответственно ухудшение качества монолитного закладочного массива.

Так, на Гайском ГОКе, на рудниках «Норильского никеля» и др. ввиду того, что происходит постоянное перемещение фронта горных работ, необходимо внесение изменения в конструкцию трубопровода (монтаж и

демонтаж секций, наращивание или уменьшение длины трубопровода, установка пневмоврезок и т.д.). Всё это приводит к увеличению себестоимости, простоя закладочного комплекса в момент внесения изменения в конструкцию трубопровода, а также снижению производительности.

Неравномерное распределение закладочного материала в очистном пространстве происходит в момент его укладки. Более тяжёлые составляющие смеси (инертные заполнители) сосредотачиваются в месте падения, а более текучая составляющая (смесь воды и вяжущего) распределяется по периферийным зонам, что приводит к формированию разнопрочного массива.

При укладке закладочного материала в очистном пространстве невозможна подача её под кровлю, что приводит к появлению «недозакладки». «Недозакладка» влечёт за собой проседание массива и соответственно нарушение его сплошности, а также образование каналов для прорыва воды.

Закладочный массив имеет достаточно долгое время схватывания (набора прочности), что также приводит к снижению производительности, а применение различных добавок, регулирующих сроки схватывания, удорожает закладочную смесь, а иногда приводит к случаям затвердевания раствора в трубопроводах.

Зачастую применение закладки отрицательно влияет на показатели извлечения. Применение сухой или гидравлической закладки при выпуске приводит к проникновению закладочного материала в руду, и соответственно, к увеличению разубоживания. Так, на руднике «Геко» (Канада) по мере выпуска в блок подавали сухую закладку, которая проникая в отбитую руду и разубоживала её. Разубо-

живание возможно даже при использовании твердеющей закладки, когда в результате отбойки происходит частичное разрушение затвердевшего закладочного массива в приконтактной зоне и смешивание материала закладки с рудной массой. При системах с горизонтальными слоями отбитая руда обрушается непосредственно на закладочный массив. Так, на рудниках: «Фалконбридж», «Инко» (Канада), «Кеннекот Копер», «Теннесси Копер» (США), где применяется сухая или гидравлическая закладка, часть отбитой руды, обрушаясь на почву, попадает в закладочный массив, и для более полного извлечения приходится выдавать вместе с рудной массой часть закладочного материала, что заметно увеличивает разубоживание.

Искусственный закладочный массив представляет собой инородное тело внутри горного массива.

Качество закладочной смеси и массива из нее определяется несколькими показателями. К ним относятся прочностные, компрессионные, реологические свойства, а также устойчивость в обнажении. Однако закладка в каждом конкретном случае будет обладать различными деформационными и прочностными свойствами. Очень важно получить закладку с теми свойствами, которые приемлемы для конкретных горно-технических условий.

Искусственный закладочный массив должен обладать соответствующими проекту прочностными свойствами и обеспечивать устойчивость собственного обнажения горного массива и плавность деформаций налегающей толщи горных пород, также обладать необходимыми компрессионными свойствами и обеспечивают минимальную усадку под давлением и устойчивость к сейсмическому воздействию взрывных работ, во избежа-

ние скола закладки и попадания ее в добытую руду. Нормативная прочность на горных предприятиях колеблется от 1,5-2,0 до 10 МПа, составляя в большинстве случаев 5-7 МПа.

На свойства твердеющего закладочного массива наиболее существенное влияние оказывают следующие факторы:

- качество, гранулометрический состав и соотношение крупного и мелкого заполнителей, а также их количество в единице объема;
- количество воды (водо-вяжущее отношение);
- способ приготовления, транспорта и укладки;
- условия твердения (температурный режим твердения);
- возраст твердения.

Как показывают исследования, содержание воды в смеси является одним из определяющих факторов ее экономичности. Существующая на горных предприятиях технология закладочных работ характеризуется наличием в смесях значительного количества воды (до 550 кг/м^3), что резко снижает прочность искусственного массива и ухудшает технико-экономические показатели применения систем разработки с закладкой.

Массовая доля твердого в смеси является важным регулирующим фактором. Увеличение ее представляет собой значительный резерв уменьшения расхода вяжущего.

Тип и соотношение заполнителей также оказывают влияние на прочность закладочной смеси. Заполнитель в смеси занимает 70-90 % (по массе), он существенно дешевле вяжущего и, следовательно, экономически выгодно, чтобы в закладочной смеси было как можно больше заполнителя и как можно меньше вяжущего. Однако, экономические соображения не являются единственными

при выборе заполнителя. Присутствие соответствующих заполнителей в закладке значительно улучшает ее прочностные и компрессионные свойства, устойчивость искусственного массива. Зерновой состав заполнителя является также важным, поскольку он влияет на удобоукладываемость смеси. Основными факторами, характеризующими зерновой состав заполнителя является удельная поверхность, определяющая количество воды, расходуемое на увлажнение поверхности зерен; относительный объем заполнителя, занимаемый его зернами, удобоукладываемость закладочной смеси и склонность ее к расслоению.

Важной характеристикой закладки является динамика набора прочности во времени. Закономерность роста прочности закладки во времени имеет значение при определении минимального срока начала отработки целиков, влияет на выбор параметров систем разработки. Как показали исследования, наиболее интенсивный прирост прочности наблюдается в течение первых шестидесяти дней твердения, когда закладка набирает свою основную прочность. В промежутке до трех месяцев, нарастание прочности несколько замедляется (рост составляет 10-17 %), и затем происходит еще более медленное нарастание прочности от 3 до 6 месяцев на 3-5 %, от 6 до 12 месяцев - на 2-3 %.

Закладочные смеси в выработанное пространство доставляется самотёком, а при недостаточном напоре используют сжатый воздух или вибрацию горизонтального участка закладочного трубопровода. Эффективность движения закладочного материала по трубопроводу зависит от реологических параметров смеси и правильного выбора скорости движения на участке самотёка.

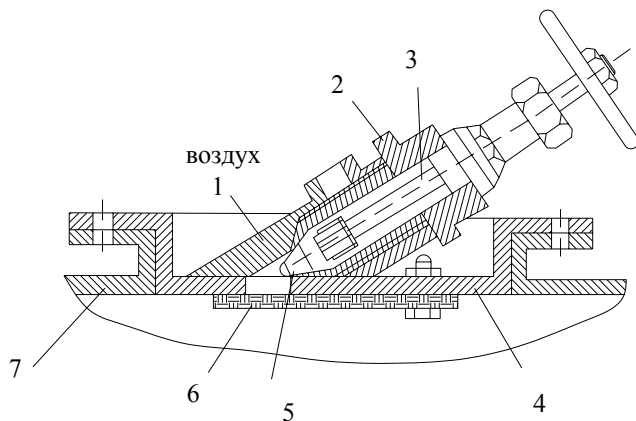


Рис. 1. Пневмоэжектор с обратным клапаном для подачи сжатого воздуха в закладочный трубопровод: 1 – патрубок; 2 – конус эжектора; 3 – шток; 4 – стальная пластина; 5 – запорное устройство; 6 – резина; 7 – трубопровод

Движение смеси на участке пневмотранспорта происходит порционно при помощи установленных в трубопроводе пневмоэжекторов. Кроме рабочих пневмоэжекторов по всей длине пневмоучастка устанавливают аварийные (через 50-60 м), которые включаются при падении скорости движения закладочной смеси в трубопроводе.

Для транспортирования твердеющих смесей используют стальные трубы диаметром 76-220 мм и толщиной стенок 4-14 мм. Пропускная способность труб до недопустимого износа зависит от абразивных свойств материала, марки стали и достигает 500-700 тыс.м³. Для увеличения срока службы трубопровода необходимо регулярно его поворачивать на 120°. Параллельно монтируют трубопровод для подачи сжатого воздуха с пневмоэжекторами, оборудованными обратными клапанами, которые предотвращают попадание закладочной смеси в сеть сжатого воздуха (рис. 1).

Перспективным является применение труб из полипластов, характеризующихся высокой износостойкостью и меньшим коэффициентом трения. Так, на ОАО «Уралкалий» применение полипластовых труб позволило увеличить срок службы трубопроводов и увеличить длину горизон-

тального самотечного участка, что приводит к уменьшению себестоимости закладки.

Для контроля за давлением в закладочном трубопроводе в местах установки пневмоэжекторов монтируют манометры с разделительными камерами и промежуточными передатчиками давления (вода, масло). Контроль за движением закладочной смеси осуществляется через специальные ревизии. Через них же производят аварийный выпуск закладки из трубопровода и очистку его при закупорке с помощью воды или сжатого воздуха.

На некоторых закладочных комплексах применяют вибрационный метод предупреждения и ликвидации закупорок трубопровода. Так, на руднике «Норанда» (Канада) в аварийном случае (при повышении давления в магистрали) на участке трубопровода включаются механизмы, создающие продольную вибрацию. В результате вибрации резко снижается пристенное трение, что позволяет ликвидировать закупорки, а также транспортировать относительно жесткую смесь.

Для своевременного предупреждения возникновения воздушных ударов, возникающих в результате повышения давления при самотечном вертикальном перемещении закладочного материала на большие глубины, применяют различные механизмы. Так на руднике «Томпсон» (Канада), где уже к

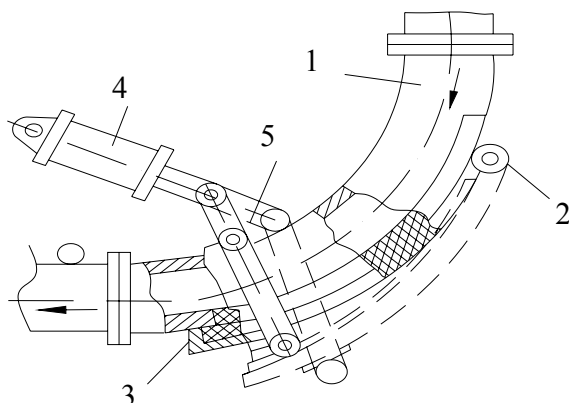


Рис. 2. Устройство для аварийного сброса закладочной смеси из вертикального трубопровода: 1 – колено трубопровода; 2 – шарнир клапана; 3 – клапан; 4 – пневмопривод; 5 – тяга пневмопривода

1984 году глубина разработки составила 1350 м, в зоне перехода с вертикального участка на горизонтальный, было установлено устройство для сброса смеси (рис. 2). Контроль давления в трубопроводе, так же осуществляется при помощи манометров, установленных в закладочном трубопроводе.

Ещё один из способов предотвращения возникновения воздушных ударов, при транспорте на большие глубины и резкого колебания давления, связанного с пусковыми и остановочными режимами подачи пульпы, предусмотрено устройство для сброса избыточного воздуха. Так, на руднике «Лаки Фради» (США, штат Айдахо) где к 1978 году глубина разработки достигла 1450 м., для снижения высоких давлений, при вертикальном перемещении, устраивают специальную камеру и в ней устанавливают вторичную, в которую введены закладочный и воздухоотводящий трубопроводы. Низ камеры изготовлен в форме конуса, переходящим в продолжение закладочного трубопровода. Помимо снижения давления применение вторичной воронки уменьшило расслаиваемость закладочной смеси в момент транспорта и позволило увеличить её плотность.

Полный отвод воздуха обеспечивает равномерный износ труб и исключает необходимость трёхкратного поворота труб.

Для предупреждения выбросов закладки из устья закладочного трубопровода на руднике «Наван» (Ирландия) монтируют специальное устройство, позволяющее отвести из трубопровода засасываемый потоком закладки воздух. В конце трубопровода устанавливают специальное устройство, позволяющее изменить направление движения промывочной воды и сбросить её в специальный отстойник (рис. 3).

Ещё один из способов защиты трубопроводов от воздушных ударов, применяемый на руднике «Маунт Айза» (Австралия), это впуск воды в зону разрыва сплошности течения, с этой целью применяют автоматизированный гидропневматический бак (рис. 4).

Данная установка обеспечивает ускоренный впуск воды в зону разрыва сплошности с помощью сжатого воздуха, который в момент заполнения резервуара водой подаётся под определённым давлением.

Для улучшения свойств в монолитную закладку вводят разные химические добавки – пластификаторы, катализаторы (замедлители и активизаторы) твердения.

Этими добавками регулируются реологические свойства закладочных смесей. Можно увеличить их пластичность при меньших расходах воды и

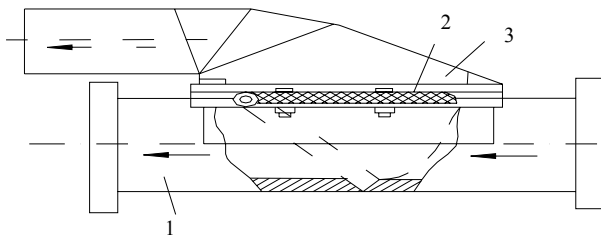


Рис. 3. Водоотводящее устройство: 1 – закладочный трубопровод; 2 – перекидной клапан-крышка; 3 – водоотводящий трубопровод

вяжущего, предотвращать расслоение смесей с последующим возникновением слоистой структуры, закупоривание транспортного трубопровода, слишком быстрое или медленное твердение, увеличение механической прочности.

Анализ структуры себестоимости закладки на предприятиях цветной металлургии показывает, что специально добываемые материалы обладают лучшим качеством, но их стоимость самая высокая. Так, затраты на наполнитель на закладочном комплексе некоторых рудников России составляют 25-35 %. Поэтому генеральным направлением здесь должно стать использование отходов горно-обогатительного производства.

Абсолютное большинство этой массы складировается в отвалах и хвосто-

го загрязнении окружающей среды.

Эти отходы дешевы и при соответствующей технологии подготовки и приготовления закладочной смеси могут заменить специально добываемый наполнитель без ухудшения характеристик возводимого закладочного массива, при этом их доля в себестоимости закладки не превысит 5-8 %.

Учитывая особенности применяемых материалов для закладочных смесей, эффективный процесс смесобразования для получения закладочного массива необходимой характеристики возможно осуществить при соблюдении следующих условий:

- интенсивного физического воздействия на смешиваемые компоненты с тем, чтобы организовать их движение по взаимно пересекающимся траекториям;

- оптимального времени пребывания компонентов в смесителе, которое обеспечило бы получение гомогенной массы.

Эти факторы должны компенсировать неконден-

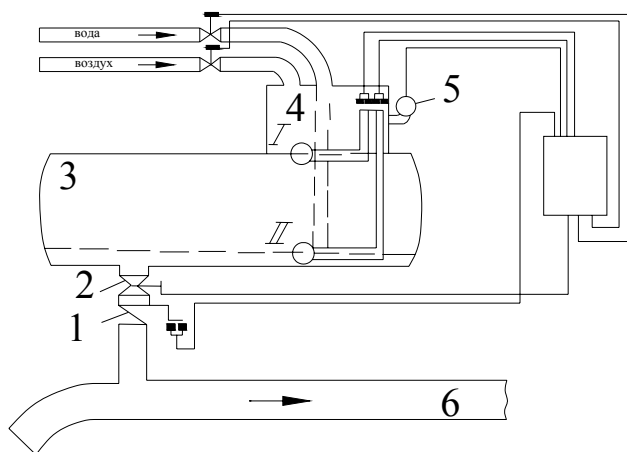


Рис. 4. Схема автоматизированного гидropневматического бака: 1 – обратный клапан; 2 – задвижка с эл. двигателем; 3 – резервуар; 4 – поплавки, контролирующей уровень жидкости в баке; 5 – моноцентрическое реле; 6 – трубопровод

ционные характеристики заполнителей и обеспечить стабильные прогнозируемые свойства смеси и затвердевшей закладки.

Для реализации таких задач необходима принципиально новая технология приготовления твердеющих закладочных смесей.

В ее основе лежит использование свойства тиксотропного разжижения увлажненных дисперсных материалов при механическом воздействии на них. В таких структурах при наложении механического воздействия связи между отдельными частицами становятся исчезающе малыми и структуры переходят в состояние золь. При снятии механического воздействия золь обратимо переходит в гель, и смесь затвердевает.

Таким образом, при описанной технологии можно решить взаимно противоположные задачи:

- на первом этапе получить жидкотекучие смеси, которые можно легко и качественно перемешать, доставить по трубам на большие расстояния и с высокой полнотой заполнить выработанное пространство;

- на втором этапе после укладки смеси – обеспечить их быстрое загустевание и лучшие условия структурообразования.

Исследования показали, что для реализации такой технологии необходимо выполнение следующих условий:

- закладочная смесь обязательно должна иметь в своем составе не менее 30 % тонкодисперсных частиц крупностью менее 44 мкм;

- содержание воды в смеси должно находиться в пределах 78-82 % (по массе);

- в процессе приготовления закладочной смеси должна быть разрушена ее первичная структура.

Особо важно, что такие смеси не будут содержать избыточной воды,

резко ухудшающей прочностные и реологические характеристики закладки, приводящей к расслоению смеси и, как следствие, к образованию неоднородного искусственного массива. За рубежом такой вид закладки получил название – пастовая закладка.

Реализация такой технологии может производиться по 2 типовым технологическим схемам. Основным классификационным признаком разделения технологических схем является состояние применяемого заполнителя: использование пульпообразного или сыпучего заполнителя.

Исходя из особенностей вариантов технологии закладочных работ, разработана структура типовых схем закладочных комплексов.

При использовании хвостов текущей переработки получить требуемое количество и качество инертного заполнителя возможно путем их обезвоживания в каскаде гидроциклонов, в которых последовательно обрабатывается пульпа. Для выбора оптимального варианта обезвоживания пульпы требуется учесть ряд факторов, оказывающих влияние на процесс сгущения, а также затраты на все элементы технологического цикла. Это целесообразно проводить с помощью компьютеров на основе программ имитационного моделирования, что позволяет учитывать многокритериальность при использовании как формализуемых, так и не формализуемых критериев.

При разработке оптимальных составов для улучшения свойств закладочного материала разработан ряд способов активации закладочных смесей или их компонентов:

- доизмельчение (домол) вяжущих;

- воздействие вибраций;

- электромагнитная обработка;

- введение химических добавок.

При прочих равных условиях подвижность и укладываемость смеси зависят от толщины пленки цементного теста, обволакивающей зерна заполнителя. Объем цементного теста, необходимого для заполнения пустот, раздвижки зерен заполнителя и смазки поверхности зависит от пустотности заполнителя и его удельной поверхности. Поэтому существенным моментом получения рационального состава смеси является подготовка заполнителя с прерывистой гранулометрией, т.е. заполнителя с рациональным соотношением размеров составляющих его фракций.

Основным в формировании структуры твердеющей закладки является процесс гидратации. Скорость гидратации зерен цемента зависит от их крупности и после затворения вяжущего водой непрерывно уменьшается. В результате более половины зерен цемента полностью не успевают прореагировать с водой и передать свою активность. Поэтому в технологии закладочных работ необходимо применить способы активации, раскрывающие зерна цемента. Равномерные размеры частиц вяжущего способствуют образованию искусственного массива с одинаковыми характеристиками во всех направлениях. Естественно, что такой массив будет одинаково воспринимать сжимающие и растягивающие напряжения и лучше противостоять сейсмическому воздействию взрывных работ.

Таким образом, используя определенные закономерности изменения тех или иных свойств компонентов закладочных смесей в процессе их активации, возможно целенаправленно управлять характеристиками транспортабельности закладочных смесей и формировать определенную структуру затвердевшей закладки, отвечающую нормативным требованиям.

На определенных этапах развития горной промышленности и науки применялись различные способы закладки. Такое разнообразие способов закладки связано – в первую очередь, с разнообразием горно-геологических условий, во-вторых, с различием задач, которые призван решать тот или иной способ закладки. Не смотря на то, что некоторые способы закладки существуют достаточно продолжительное время и имеют ряд недостатков, они и по настоящее время не утратили свою актуальность.

Так, сухая (породная) закладка применялась достаточно редко, ввиду своей невысокой прочностью и большого коэффициента усадки. Но, благодаря невысокой себестоимости и возможности использования пустой породы от проходки и вскрышных работ, сухая (породная) закладка получила «второе рождение» и широко используется при добыче угля, руды малой ценности или в сочетании с другим способом закладки.

Так, на руднике «Искей Крик» (Канада) сухая (породная) закладка используется в сочетании с твердеющей закладкой для формирования заезда для отработки верхней ленты (слоя) (рис. 5).

Литая (твердеющая) закладка в настоящее время получила широкое применение благодаря своему основному преимуществу – возможности создания монолитного массива необходимой прочностью. Широкое применение данной закладки (как уже было отмечено ранее) сдерживает только экономический фактор, но с повышением на мировом рынке цены на продукцию горной промышленности и с использованием в составе закладочной смеси более дешевого вяжущего стало возможным применение данного способа закладки при добыче низкоценного сырья.

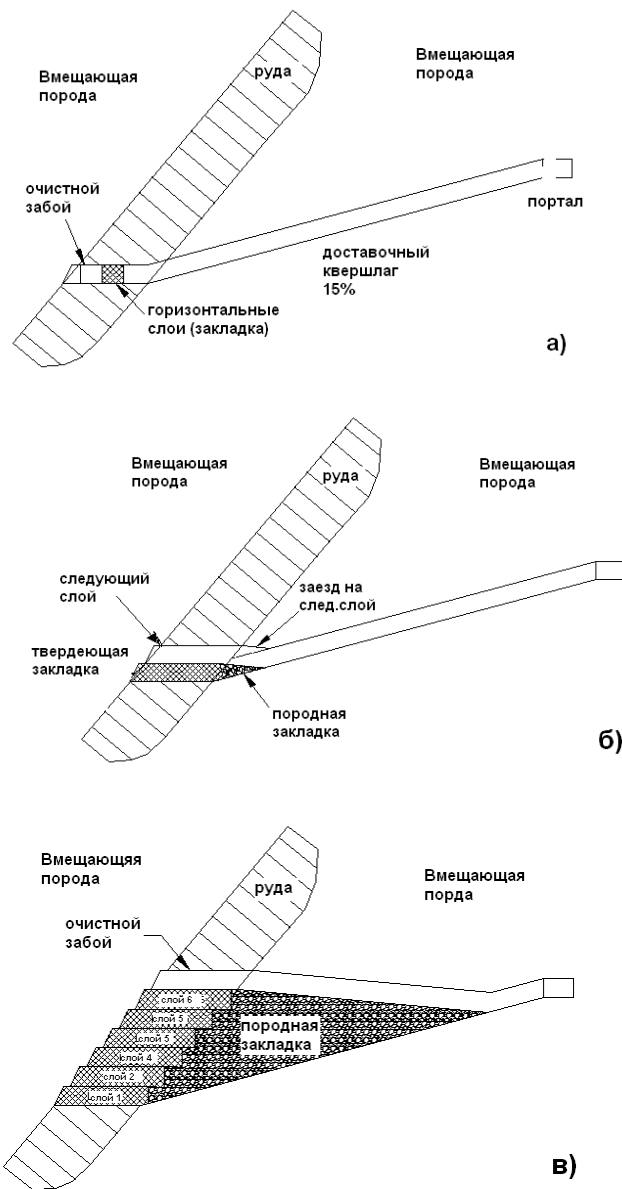


Рис. 5. Порядок отработки слоёв на месторождении «Искей Крик»

При бутовой закладке заполняют не все выработанное пространство, а лишь участки, граничащие со смежными блоками, а в оставшуюся часть блока подают породную закладку. Недостатком данной технологии является сложность механизации работ, но достоинством применения бутовой закладки является сокращенный до минимума расход воды, что имеет большое значение для снижения относительной влажности рудничной атмосферы.

б) При консолидированной закладке происходит формирование монолита под воздействием пара или химических растворов на уже размещенную в очистном пространстве сухую закладку. При воздействии на породу паром или химическими растворами происходит их растворение. Через определенное время происходит повторная кристаллизация, что позволяет консолидировать породу в выработанном пространстве. Такая закладка обладает достаточно высокими прочностными характеристиками, которые сохраняются при длительном нагружении налегающими породами.

в) При инъекционной закладке происходит предварительное заполнение выработанного пространства сухой за-

Достаточно перспективным способом является полураздельный, так как имеет возможность создания прочных закладочных массивов, сочетающих в себе невысокую цену и необходимую прочность.

При бутовой закладке используют каменные блоки различного размера и скрепляют их вяжущим раствором.

кладкой или дробленой самообрушающейся породой, затем производится подача по трубам с поверхности вяжущего раствора. Раствор проникает в пустоты дробленой породы и превращает ее в монолит. Также инъекционный способ закладки позволяет формировать подошву слоя при слоевой выемке. Так, на руднике «Бункер Хилл» (США) применялась технология со слоевой выемкой в восходящем порядке с использованием сухой закладки. Внедрение на данном руднике инъекционного способа возведения закладочного массива позволило создать «омоноличенный» массив приемлемой прочности, избежать просыпания руды в закладочный массив и отказаться от устройства временных настилов.

Использование местных природных материалов и отходов производства позволит существенно сократить затраты не только на закладочные работы, но и на содержание различного рода отвалов и хвостохранилищ, соответственно уменьшив площади земель для горных отвалов.

Как видно, применение технологий с закладкой связано с существенными затратами и эффективно при разработке более ценных руд, что в настоящее время часто сопряжено с

необходимостью увеличения их бортового содержания.

Рациональное использование элементов закладочных работ с утилизацией в закладку отходов горнообогатительного производства существенно снизит себестоимость закладки и позволит эффективно разрабатывать менее ценные месторождения полезных ископаемых.

С экономической точки зрения оценка эффективности утилизации отходов горнообогатительного производства в закладку предполагает выявление её влияния на технико-экономические показатели горнодобывающего предприятия, а также степени снижения вредного экологического воздействия на окружающую среду.

Помимо экономических аспектов необходимо решение ряда технических вопросов. К этим вопросам можно отнести создание «мобильных» мини-закладочных комплексов, позволяющих обрабатывать отдельные локальные и удалённые рудные тела системами с закладкой. В тоже время данные комплексы позволят исключить возникновение воздушных ударов, возникающих при перемещении закладочной смеси на большие глубины. **ГИАБ**

Коротко об авторах

Хайрутдинов М.М. – кандидат технических наук, доцент,

Шаймярдянов И.К. – кандидат технических наук, доцент,

Московский государственный горный университет,

Доклад рекомендован к опубликованию семинаром № 15 симпозиума «Неделя горняка-2008».

Рецензент д-р техн. наук, проф. *Е.В. Кузьмин*.

