

КАМЕРНО-СТОЛБОВЫЕ СИСТЕМЫ РАЗРАБОТКИ МАЛОМОЩНЫХ КАЛИЙНЫХ ПЛАСТОВ: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ, ЭФФЕКТИВНОСТЬ, ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Лукша Е.М., Иголка Д.А., Иголка Е.Ю.

Белорусский национальный технический университет, г.Минск

Рассмотрены применительно к соляным месторождениям камерно-столбовые системы разработки, проходческо-очистное оборудование и мобильные транспортные системы. Представлены рекомендации о целесообразности применения рассмотренных систем на участках находящихся в специфических горно-геологических условиях.

Около 80 % мировой добычи калийсодержащего сырья осуществляется традиционным шахтным способом. В настоящее время в калийной промышленности наблюдается интенсивный рост нового строительства и расширения существующих производств. Это связано с постоянно растущим спросом на калийные удобрения и истощением сырьевых баз действующих предприятий. Актуальность совершенствования систем разработки и оборудования калийных рудников очевидна в силу необходимости оптимизации расходов на добычные работы и изменяющихся в худшую сторону горно-геологический условий добычи. При разработке новых технических решений для отработки запасов калийных руд необходимо учитывать ряд специфических особенностей, негативно влияющих на ведение горных работ в калийных рудниках, и осложняющих процесс проектирования. Главной особенностью разработки калийных месторождений, отличающей их от большинства полезных ископаемых, является способность соляных пород растворяться под воздействием грунтовых вод. Условия отработки соляных пород существенно отличаются от большинства месторождений, забои калийных залежей характеризуются высоким сопротивлением резанию, а породы обладают повышенной вязкостью. Существенно отличается характер горного давления и механизмы газодинамических явлений. В условиях новых месторождений, очевидно, что требования, предъявляемые к техническим решениям при проектировании основных производственных процессов, будут повышаться. Поэтому необходимо шире рассматривать возможность применения различных технологий ведения горных работ с учетом мирового опыта и современных достижений науки и техники, с целью оптимизации добычи и обеспечения безопасной отработки калийных месторождений.

При разработке калийных месторождений шахтным способом в настоящее время используются большое количество разновидностей различных систем. Основная группа месторождений применяет

механизованную выемку калийных руд. Исключением являются калийные рудники Германии, использующие исключительно буровзрывной способ при камерно-столбовой системе для пологих и умеренно наклонных пластов, а также системы с подэтажной отбойкой для крутонаклонных залежей.

Механизованная выемка калийных руд с применением камерно-столбовых систем используется на различных месторождениях, и обрела большое количество вариаций и названий в силу ряда технических причин и исторически сложившихся подходов различных стран к развитию технологий. Так камерно-столбовая система разработки с длинными ленточными целиками применяется при отработке запасов Саскачеванского бассейна в Канаде. При такой системе отработка ведется с жесткими или податливыми целиками при длине очистных камер от 1000 м до 1500 м [1]. В работе используются комбайны роторного типа с двумя или четырьмя исполнительными органами и непрерывная транспортировка руды от комбайна с помощью ленточного конвейера. На Верхнекамском месторождении калийных солей отработка ведется камерами длиной до 300 м с использованием очистных комбайнов бурового типа и транспортировкой руды самоходными вагонами. В отечественной литературе такая система разработки называется камерной [2].

Камерно-столбовая система механизированной выемки с угловыми формами целиков широко используется при выемке калийных залежей Карлсбадского бассейна в США, а также в Саскачеванском бассейне [3]. Как правило, добычные работы ведутся комбайнами непрерывного действия с барабанным исполнительным органом. Доставка руды до магистральной транспортной системы осуществляется либо с применением средств непрерывной доставки, либо с использованием самоходных вагонов. Размеры добычных панелей изменяются в пределах от 500 м до 900 м. Разновидность данной системы с применением различных форм целиков (прямоугольных, квадратных, ромбовидных и т.д.) зависит от последовательности технологических операций и используемых средств доставки руды.

Столбовые и сплошные системы разработки используются при разработке калийных руд Старобинского месторождения в Республики Беларусь [4]. Известен опыт применения столбовых систем в бассейне Наварра (Испания) и бассейне Мюльхаус (Франция) [5], однако в данный момент месторождения не функционируют. При отработке калийных залежей длинными забоями используются непрерывная транспортировка руды и очистные комбайны шнекового типа. Ширина лав составляет от 200 м до 250 м, а длина вынимаемых столбов до 3000 м.

Камерно-столбовая система разработки по шаблону «шеvron» или «кримас три» осуществляется при добыче калийных руд на Саскачеванском месторождении, Северно-Йоркширской залежи в Англии. Существуют различные разновидности данной системы, в зарубежной литературе иногда ее также называют технология «контроль времени», так как используется в слабоустойчивых породах с быстрым продвижением фронта очистных работ и максимально возможным извлечением [6]. Длина таких панелей достигает от 1000 м до 1400 м при ширине от 80 м до 150 м.

Для разработки пластов мощностью от 1,2 м до 5 м предлагается рассмотреть камерно-столбовую систему с угловой формой целиков. Отработка запасов панели (блока), в зависимости от горно-геологических условий, может осуществляться тремя способами: прямой порядок отработки, обратный порядок отработки и прямой порядок с последующим обратным доизвлечением запасов из целиков. Длина обрабатываемой панели (блока) изменяется в зависимости от порядка разработки и типа применяемого горно-добычного оборудования от 600 м до 1500 м. Ширина панели (блока) при длине камер от 100 м до 200 м составит от 200 м до 400 м. Угол между очистными камерами и панельными (блоковыми) штреками изменятся в зависимости от типа используемого самоходного оборудования и оптимальных параметров зарубки комбайна. Размер очистных ходов и целиков определяются исходя из геомеханических расчетов, в увязке с техническими характеристиками добычного оборудования. Коэффициент извлечения полезного ископаемого варьируется от 30 % до 90 %. Упрощенная технологическая схема представлена на рис. 1.

В представленной схеме в качестве основного добычного оборудования предлагается использовать комбайн непрерывного действия барабанного типа. Параметры и технические возможности оборудования позволяют выдерживать геологическую мощность пласта, снижая разубоживание руды или потери. Доставка руды на конвейерный транспорт может осуществляться с помощью самоходных вагонов. Использование двух самоходных вагонов возможно благодаря использованию угловых целиков, что позволит наладить непрерывную доставку руды.

Руда доставляется на дробилку-питатель, откуда перегружается на телескопический ленточный конвейер. В зависимости от порядка отработки панели необходимо применять соответствующие схемы вентиляции. Наиболее сложной представляется схема при отработке прямым порядком с использованием временных вентиляционных перемычек. Мировой опыт использования подобного типа технологической схемы указывает на возможность достижения годовой производительности одного забоя в пределах 0,6 – 1,5 млн.т. в год.

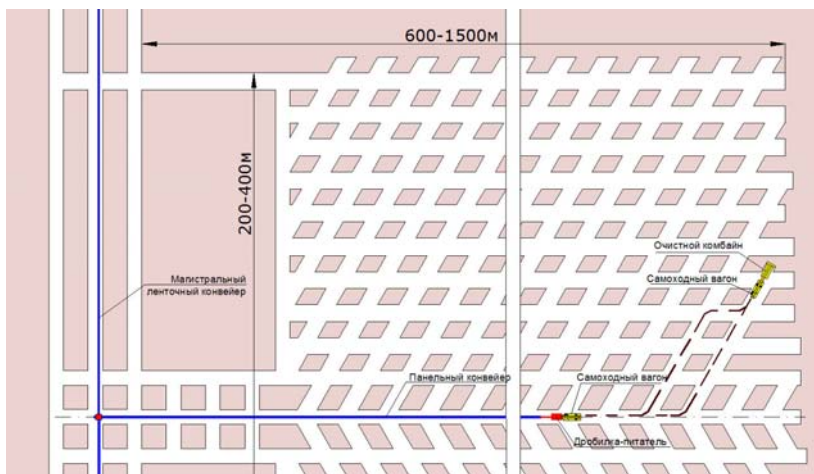


Рис. 1. Камерно-столбовая система разработки с угловой формой целиков

На рис. 2 представлена технологическая схема отработки пласта «кримс три» камерной системой разработки. Приведенная технологическая схема предполагает применение комбайнового способа отбойки руды. Используемое горнодобычное оборудование – комбайн и транспортное оборудование технологии «континуиус майнер», т.е. непрерывного действия.

Для выполнения операций по данной схеме также предполагается использовать комбайн барабанного типа, позволяющий обрабатывать пласт в диапазоне от 1,2 м до 4,5 м. При работе такого комбайна барабан зарубается в верхнюю часть пласта, затем перемещается к почве. Погрузочным устройством разрушенный материал грузится на высокопроизводительный конвейер комбайна. Связующим звеном между комбайном и панельным ленточным конвейером является гибкий конвейерный автопоезд, который перемещается одновременно с комбайном. Применение телескопических конвейеров позволяет увеличить длину очистных камер до 200 м, что позволяет сократить объем горно-подготовительных работ.

Все машины управляются дистанционно при помощи ручного пульта управления, позволяющие оператору находиться в безопасном месте (под крепью) при этом подвергаясь минимальному воздействию пыли.

Применение такой технологической схемы позволяет увеличить степень извлечения запасов из недр от 50% до 80% (в зависимости от горно-геологических условий участка отработки), увеличить производитель-

ность (от 1,0 до 1,7 млн. т в год на очистных работах и до 0,8 млн т на подготовительных), улучшить качество извлекаемой руды и соответственно уменьшить коэффициент разубоживания.

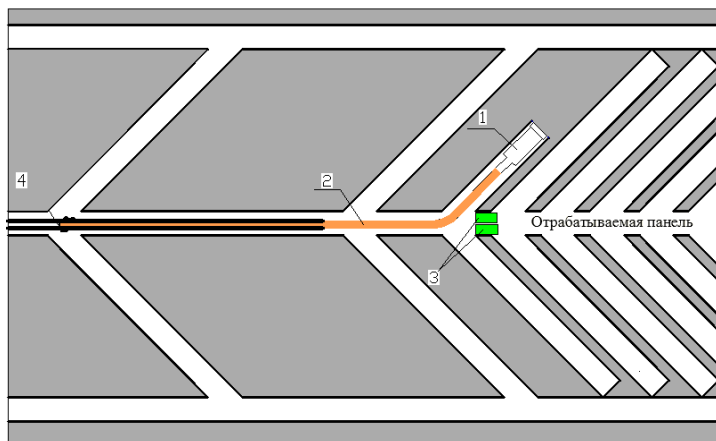


Рис. 2. Технологическая схема отработки пласта «кримас три»

Наименование оборудования:

- 1 – комбайн барабанного типа; 2 – гибкий конвейерный автопоезд;
- 3 – секции самоходной механизированной крепи; 4 – панельный (блоковый) ленточный конвейер

С учетом современных достижений в совершенствовании горнодобычного оборудования и технологий камерных систем разработки с позиции сегодняшнего дня требуется произвести пересмотр соотношения столбовая система – камерная система. Для целесообразности и эффективности применения рассмотренных технологических схем на действующих или строящихся предприятиях требуется решение ряда вопросов с возможностью внедрения оборудования в специфических горно-геологических условиях:

- обоснование размеров добычной панели и порядка отработки;
- обоснование параметров целиков и очистных камер;
- подбор технологического оборудования в соответствии с горно-геологическими условиями;
- необходимость в специализированном оборудовании геомеханического контроля и квалифицированном персонале для геомеханического обоснования параметров отработки (междукамерных целиков, ненарушенности мощности водозащитной толщи и т.д.);
- обеспечение безопасности производственных процессов;

- оценка основных технико-экономических показателей.

Применение камерно-столбовой системы разработки с использованием современного технологического оборудования и технологий ведения горных работ позволит:

- на первом этапе освоения новых участков (месторождений) обеспечить быстрый ввод производственных мощностей;
- снизить капитальные затраты;
- обеспечить высокий коэффициент извлечения;
- расширить диапазон регулирования мощности выемки;
- создать гибкость технологических операций;
- минимизировать объемы горно-подготовительных работ;
- обеспечить извлечение запасов полезных ископаемых высокого качества, но незначительной мощности в целиках различного назначения на участках, близких к границам выклинивания пласта (так называемым «краевым зонам»);
- увеличить срок службы предприятия.

Очевидно, что для достижения высоких производственных показателей камерно-столбовых систем на маломощных калийных пластах необходимо учитывать ряд особенностей разработки калийных месторождений и полный комплекс задач, связанный с обоснованием выбора технологии и средств механизации в конкретных горно-геологических условиях. Для достижения максимального эффекта необходим комплекс научных и экспериментальных исследований с разработкой специальных программ горно-геомеханического сопровождения в сочетании с использованием современных методов имитационного моделирования для планирования горных работ и геомеханического моделирования поведения горного массива.

Литература

1. V. Evans Development of the Saskatchewan Potash Mines/ V.Evans, Mike Mayhew, Rich Saccany, Bob Rapolt//CIM Convention – Montreal, Canada 2011.
2. Методическое руководство по ведению горных работ на рудниках Верхнекамского калийного месторождения / Уральский филиал ВНИИГ. – М.:Недра, 1992.- 468 с.
3. Garret D.E. Potash – Deposits, Processing, Properties and uses/ D.E. Garret - Chapman & Hall, London, United Kingdom, 1996 - 734 pages.
4. Л.И. Старков, А.Н. Земсков, П.И. Кондрашев. Развитие механизированной разработки калийных руд – Пермь: Изд-во Перм.гос. техн.унт-а, 2007. – 522 с.
5. G. Herget. Longwall mining and potash// CIM Bulletin. Volume 79 №887. – Ontario, Canada 1986.
6. H. Hartman. SME mining engineering handbook. 2nd edition./ Harman H. and others – Colorado, USA: Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, 1992 – 2259 pages.