

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ВЫЕМКИ КАЛИЙНЫХ ПЛАСТОВ КАК СРЕДСТВО ОПТИМИЗАЦИИ ЗАТРАТ НА ДОБЫЧУ СЫРЬЯ

Сокол Д.Г., аспирант кафедры РМПИ

Научный руководитель: Зубов В.П., д.т.н., проф., зав. каф. РМПИ

Санкт-Петербургский Горный университет

г. Санкт-Петербург

Интенсивный рост спроса на калийные удобрения создаёт благоприятные условия для освоения новых месторождений, строительства рудников и расширения действующих горно-обогатительных комплексов.

Основные месторождения калийных солей сосредоточены в Европе и Северной Америке. В общей сложности месторождения калийных солей известны менее, чем в 20 странах. Лидерами по объёму добычи калийных солей являются Канада, Беларусь, Россия, Германия, Израиль, Китай, США и Иордания (рис. 1).

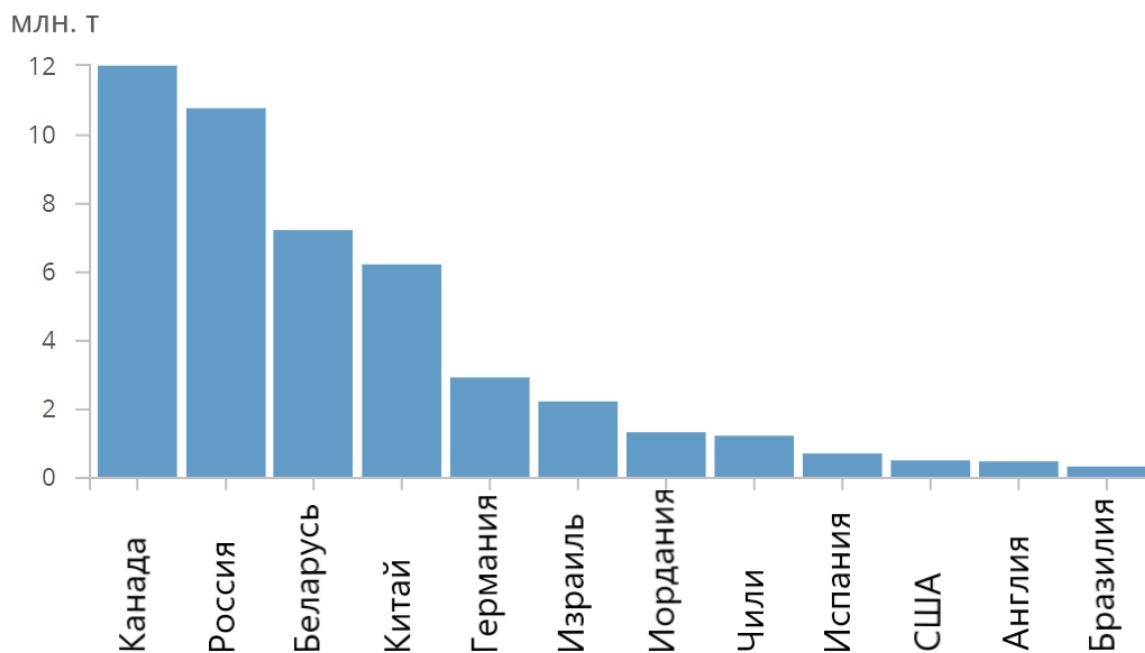


Рис. 1. Средние объёмы производства калийных удобрений в различных странах мира в 2010-2019гг.

Растущая конкуренция среди производителей калийных удобрений, а также формирование более сложных горно-геологических условий по мере увеличения глубины отработки калийных пластов являются одними из основных причин возникновения необходимости в оптимизации расходов на добычу

сырья подземным способом. В этих условиях совершенствование существующих систем разработки приобретает высокую актуальность.

В настоящий момент в мире не менее 75% калийсодержащего сырья получают именно шахтным способом. Характерная особенность подземной разработки калийных месторождений состоит в высокой водорастворимости соляных пород. Кроме того, существенно отличаются механизмы газодинамических явлений и характер горного давления. При подземной разработке калийных месторождений, как правило, выемка осуществляется механизированным способом. Лишь в отдельных калийных рудниках Германии применяется буровзрывной способ, что обусловлено особенностями горно-геологических условий региона. Для механизированной выемки калийных руд на сегодняшний день повсеместно применяются три основных типа систем разработки: камерная система разработки, система разработки длинными очистными столбами, а также комбинированная.

Наиболее широкое распространение в мире получила камерная система разработки. В силу того, что данная система разработки обеспечивает высокую степень безопасности рудника по фактору водозащиты, в различных вариантах исполнения она применяется на всех калийных рудниках мира. Однако, в связи с тем, что коэффициент крепости калийной руды находится в пределах 2-4 единиц, несущая способность солей невысока. Так, например, ширина междукамерного целика, ограниченного двумя очистными камерами, составляет, как правило 0,5-1,0 ширины такой камеры, это приводит к существенным потерям полезного ископаемого в недрах.

Комбинированная система разработки применяется на участках шахтного поля, где невозможно применение только системы разработки длинными очистными столбами по условиям водозащитной толщи, поэтому отдельные слои пласта отрабатывают при помощи камерной системы. Полное обрушение кровли при отработке калийных пластов длинными очистными столбами допустимо лишь в случае, когда образующиеся в процессе очистной выемки водопроводящие трещины не достигают водоносного горизонта. Известен опыт применения систем разработки длинными очистными столбами на Наваррском (Испания), Эльзасском (Франция) и Карлсбадском (США) месторождениях.

В настоящий момент системы разработки калийных пластов длинными очистными столбами применяются только на Старобинском месторождении. В первые годы эксплуатации там применялась исключительно камерная система разработки, при этом с момента начала отработки Старобинского месторождения калийных солей в 1961 году выемка пластов осуществлялась главным образом буровзрывным способом, но уже в конце 1960-х годов более 75% руды добывали механизированным способом. Камерная система разработки обеспечивала достаточно высокие технико-экономические показатели, однако вместе с тем потери запасов в целиках достигали 70%, при этом содержание полезного

компонента в руде снижалось вследствие валовой выемки всех слоёв калийного пласта. Активное внедрение систем разработки длинными столбами с полным обрушением кровли началось с начала 70-х годов, когда был проведён комплекс научно-исследовательских мероприятий, целью которых явилось обоснование применения альтернативной системы разработки длинными очистными столбами. В результате проведённых исследований были сняты ограничения на применение системы разработки длинными очистными столбами и подтверждена высокая экономическая эффективность такой системы разработки. Считается, что в пределах горного отвода надсолевые породы основной части глинисто-мергелистой почвы обладают высокими свойствами водозащиты, которые способны обеспечивать безопасность даже при самой высокой степени извлечения полезного ископаемого из недр, исключение составляют лишь краевые и притектонические зоны. В настоящее время на Старобинском месторождении камерная система применяется только при отработке краевых зон и на участках с ограниченными размерами [1].

Нижний пласт третьего калийного горизонта является основным промышленным пластом Старобинского месторождения и распространён по всей его площади. В разрезе пласта, состоящего из чередующихся прослоев сильвинита и каменной соли, выделяют шесть сильвинитовых слоёв, из которых промышленное значение имеют только слои 2, 3 и 4 (рис. 2). Суммарная мощность слоёв со второго по четвёртый, включая прослои каменной соли, составляет порядка 4-4,8 метра, при этом среднее содержание KCl находится в пределах 21-24 % [2].

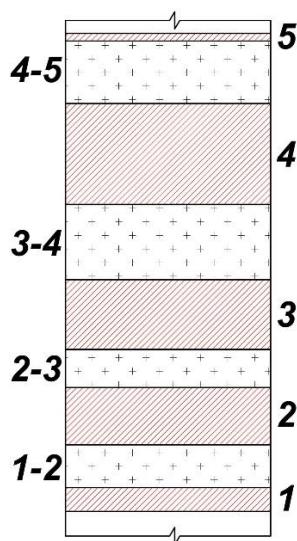


Рис. 2. Нижний пласт Третьего калийного горизонта Старобинского месторождения: 1,2,3,4,5 – сильвинитовые слои Третьего калийного пласта; 1-2, 2-3, 3-4, 4-5 – прослои каменной соли.

Технологические схемы системы разработки длинными столбами в зависимости от конкретных горно-геологических и горнотехнических условий могут применяться в различных вариациях: с валовой и селективной выемкой

слоев, с разделением и без разделения пласта на слои, с совместной и обособленной подготовкой выемочных столбов и т.д. В условиях Старобинского месторождения калийных солей при отработке нижнего сильвинитового пласта Третьего калийного горизонта наибольшее распространение получила разновидность системы разработки длинными очистными столбами со слоевой выемкой руды, при которой каждый из двух технологических слоёв отрабатывается отдельными лавами в нисходящем порядке, в начале верхний (сильвинитовый слой 4), а затем нижний технологический слой (сильвинитовые слои 2, 2-3 и 3) [3].

На шахтных полях рудников Старобинского месторождения по нижнему пласту Третьего калийного горизонта присутствуют участки, которые из-за сложных горно-геологических условий или ограничений на вынимаемую мощность по водозащитному фактору были отработаны только по нижнему технологическому слою, а верхний технологический слой остался не извлечённым, эти запасы были оставлены в шахте в 1980-х годах. Следует отметить, что объём запасов кондиционной руды, оставленной в этом слое, превышают 20 миллионов тонн на руднике Третьего рудоуправления и 100 миллионов тонн на руднике Четвертого рудоуправления [4].

В 2018 году по экспериментальной технологии с применением системы разработки длинными очистными столбами была осуществлена выемка оставляемых запасов полезного ископаемого в подработанном 4-м сильвинитовом слое и междустолбовом целике (рис. 3). Опытная лава работала по экспериментальной технологии и в августе 2018 года вышла на максимальную производительность, выдав на-гора более 88 тысяч тонн руды, что стало рекордным показателем работы среди подобных комплексов. Успешный опыт отработки позволил начать комплекс работ по подготовке следующего длинного очистного столба для выемки оставляемых запасов полезного ископаемого в подработанном 4-м сильвинитовом слое по опробованной технологии [5].

К основным недостаткам данной технологической схемы следует отнести высокую удельную протяжённость подготовительных выработок, высокую концентрацию подготовительных выработок, которая также осложняется наличием технологических сбоек в полях отрабатываемой и отработанных лав. Переменная высота лавы на участке между вспомогательным вентиляционным штреком и выработанным пространством по слоям 2, 2-3, 3 обуславливает увеличение значений разубоживаемости извлекаемой руды на отрабатываемых участках. Несмотря на описанные выше недостатки экономическая целесообразность, а также возможность практического применения данной технологии уже были доказаны [4], однако следует отметить, что описанная технологическая схема не является отдельным и самостоятельным способом отработки нижнего пласта Третьего калийного горизонта, её применение может быть рекомендовано только на участках, где существует необходимость доизвлечения запасов полезного ископаемого, оставленных по 4 сильвинитовому слою.

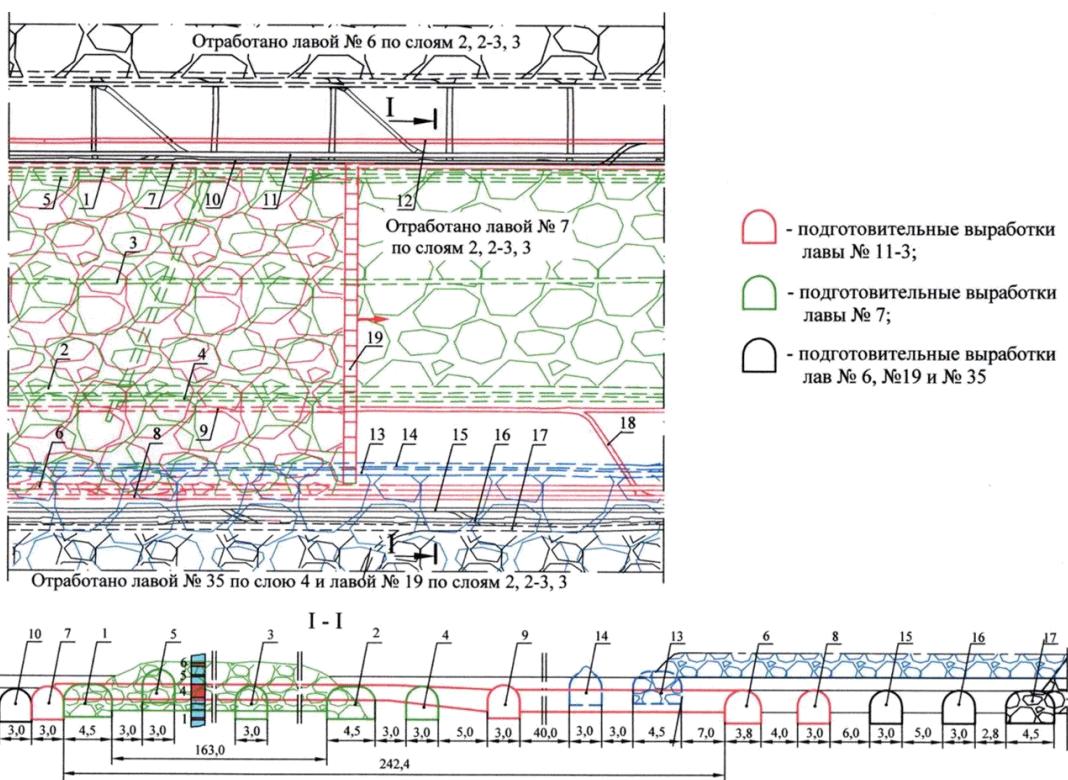


Рис. 3. Технологическая схема выемки 4 сильвинитового слоя после его подработки по слоям 2, 2-3 и 3: 1,2,3,4,5 – конвейерный, транспортный, вентиляционный и разгружающие (4,5) штреки лавы №7; 6,7,8,9 – конвейерный, вентиляционный, транспортный и вспомогательный штреки лавы №11-3; 10,16,11,12,15 – конвейерные (10,16), разгружающий и вентиляционные(12,15) панельные штреки; 13,14 – транспортный и разгружающий штреки лавы №35; 17 – конвейерный штрек лавы №19; 18 – технологическая сбойка; 19 – забой лавы №11-3.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод о том, что в условиях острой конкурентной борьбы на рынке производителей калийных удобрений геотехнологические задачи по увеличению технико-экономических показателей и оптимизации затрат на добычу рудных компонентов не ограничиваются только областью вновь отрабатываемых участков шахтного поля. Поставленные перед производством задачи могут быть эффективно решены в том числе благодаря:

1. усовершенствованию существующих технологических схем, применяемых на отрабатываемых в настоящее время участках шахтного поля;
2. обоснованию возможности выемки оставленных запасов, отработка которых ранее была невозможна в связи с существовавшим уровнем научно-технического развития.

Список литературы:

1. Петровский Б.И. Взаимодействие механизированных крепей с кровлей при разработке Старобинского месторождения калийных солей : Монография / Б.И. Петровский, Б.А. Губанов. – М. : Изд-во МГУ, 2003. – 152 с. : ил. - ISBN 5-7418-0309-1.
2. Сокол Д.Г. Направления совершенствования бесцеликовых технологических схем отработки калийных пластов // Вестник КузГТУ. – 2018. – №4. – С. 93-99.
3. Зубов В.П. Концепция отработки Третьего калийного пласта на рудниках РУП ПО «Беларуськалий» / В.П. Зубов, А.Д. Смычник, В.М. Кириенко // Горная механика и машиностроение. Научно-технический журнал. – 2006. – №5. – С. 29-33.
4. Петровский А.Б. Технология выемки оставленных и подработанных запасов по IV сильвинитовому слою на руднике третьего рудоуправления ОАО «Беларуськалий» / А.Б. Петровский, И.И. Головатый, В.А. Губанов, А.Д. Смычник, А.Л. Поляков // Горный журнал. – 2018. – №8. – С. 64-69.
5. Ясько С. РУ-3: Особенности горного эксперимента / Софья Ясько // Калийщик Солигорска. – 2018. – 23 фев. – С. 3.