УДК 622.363.2

В.И.ШАБУНЬ, Ю.Г.СИРЕНКО
Санкт-Петербургский государственный горный институт (*технический университет*)

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ДОИЗВЛЕЧЕНИЯ СИЛЬВИНИТОВЫХ РУД ИЗ ЦЕЛИКОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ БУРОШНЕКОВОЙ ВЫЕМКИ

На примере Старобинского месторождения рассмотрены критерии, определяющие выбор систем разработки и возможные пути повышения извлечения калийных пластов. Предложены различные принципиальные схемы доизвлечения сильвинита из целиков бурошнековой технологией. Разработана методика геомеханического обоснования параметров доизвлечения целиков. Приведены результаты оценки напряженно-деформированного состояния целиков и вмещающего их массива для характерных временных моментов существования оконтуривающих целики выработанных пространств.

On an example of the Starobino field the yardsticks are reviewed, which determining selection of mining methods and possible pathes of increase of the potash seams extraction. The different principal recovery schemes of the potash pillars by drilling-drum technology are offered. The technique of the geomechanical substantiation of pillar recovery parameters is designed. The outcomes of an estimation of pillar stress state and massif stress state are adduced, containing them, for the reference temporary «existence» moments of the work out, which delined these pillars.

Сегодня проблема доизвлечения запасов сильвинитовой руды, остающейся в целиках различного назначения, актуальна практически для всех рудоуправлений ПО «Беларуськалий». В определяющей степени количество таких запасов предопределено применяемыми на рудниках системами разработки (горно-технологический фактор) и строением разрабатываемых пластов – в основном мощностью сильвинитовых и каменно-солевых слоев (геологический фактор).

В настоящей работе рассматривается проблема доизвлечения запасов основного добычного горизонта шахтных полей – Третьего калийного горизонта. В пределах горизонта промышленными являются второй, третий и четвертый сильвинитовые слои. Формирование не только объемов, но и горно-геомеханических условий доизвлечения запасов сильвинитовой руды в пределах нижнего пласта Третьего калийного горизонта в определяющей степени обусловлено применявшимися на шахтных полях рудников системами разработки.

Для условий нижнего сильвинитового пласта Третьего калийного горизонта при выемке II, II-III и III слоев пород может применяться их валовая выемка. В этом случае возможные к доизвлечению запасы сосредоточены в межпанельном (межстолбовом) целике, размеры которого варьируют в широких пределах (от 20 до 100 м), определяемых функционально глубиной ведения работ, а также условиями поддержания подготовительных выработок. Помимо межстолбового (межпанельного) целика со стороны выработанного пространства и целиков, располагаемых между различно комбинируемыми на выемочном участке конвейерными, вентиляционными и транспортными штреками, при данной технологической схеме между однокомбайновыми лавами располагается внутрипанельный целик, приближенно аналогичный либо превосходящий по геометрическим параметрам целик межпанельный (30-100 м и более).

При последовательной отработке столбов первоначально в пределах всего выемочного участка отрабатывается IV сильвини-

товый слой, надрабатывающий слои II, II-III и III, выемка которых осуществляется приблизительно через пять и более лет после выемки верхнего слоя.

Схема предусматривает оставление межпанельных целиков с диапазоном изменения их ширины 20-70 м и межштрековых целиков (целиков между панельными и лавными выработками) шириной от 3 до 10,0 м. При слоевой выемке руды тремя лавами (одна по слою IV, две других по слоям II, II-III и III) панель подготавливается к отработке тремя столбами. Между нижними лавами при этом оставляется целик шириной 40 м. Ширина межпанельного целика может изменяться в диапазоне от 20 до 70 м, а междуштрековые целики имеют обычно ширину, равную 3 м.

Кроме систем разработки длинными столбами, на Третьем горизонте рудников применяются и иные системы разработки: камерные и комбинированные. Камерная система разработки предусматривает деление односторонней (типовой) панели на блоки, в которых очистные камеры (с $l_к \approx 200$ м) отрабатываются в направлении, нормальном к блоковым подготовительным выработкам. Размеры межпанельных целиков могут варьировать (как и в случае столбовых систем) в широких пределах, и существенно зависят прежде всего от глубины ведения работ (от 100 до 200 м и более). Междуштрековые панельные целики обычно имеют ширину от 3 до 5 м.

При сравнительно небольших (до ~ 700 м) глубинах разработки на месторождении применяются комбинированные системы разработки. Важной предпосылкой их применения является и достаточная устойчивость V и VI сильвинитовых слоев. Лавой осуществляется выемка IV сильвинитового слоя с опережением фронта выемки слоев II, II-III и III камерной системой разработки обычно не менее чем на ~ 400 м. Объектами доизвлечения запасов при комбинированной системе разработки могут являться межпанельные целики шириной, составляющей обычно от 20 до 70 м, а также внутрипанельные целики с характерной шириной от 30 до 100 м, возрастающей с учетом глубины ведения работ и срока службы панельных выработок.

Предварительно остановимся на кратком рассмотрении известных параметров бурошнекового оборудования, производимого ранее на территориях стран СНГ и выпускавшегося по специальным заказам горных предприятий. На подземных работах наиболее широко использовались бурошнековые установки типа БУГ (в частности, БУГ-3М) либо типа БШУ. Подобные установки были внедрены в основном для выемки погашаемых угольных целиков, либо выемки угля в специальных условиях. Уголь доизвлекался на пластах мощностью до ~ 0,75 м при технически достигаемой глубине скважин порядка 50 м. Модернизированные варианты установок обеспечивали многорядное по мощности пластов выбуривание скважин.

Применительно к отработке запасов целиков Третьего калийного горизонта данная информация является предварительно исходной при проработке вариантов технологических схем подобного способа выемки сильвинитовой руды. Имеется в виду, что при постановке вопроса практической реализации таких схем на рудниках с учетом выявленных горно-технологических требований будет осуществлен заказ специального бурошнекового оборудования.

Доизвлечению межпанельного целика принципиально могут соответствовать две схемы, обуславливаемые границами размаха его ширины, т.е. при $a \varphi$ 20 м и $a \varphi$ 100 м.

В случае геолого-горно-технических условий, обуславливающих ширину целика $a \approx 20$ м, предусматриваются схемы выбуривания слоев II ($m_{II} \varphi$ 0,6-0,65 м) и III ($m_{III} \varphi$ 0,8-0,85 м) со стороны пройденной дополнительно выработки, параллельной имеющейся разгружающей выработке (при наличии между выработками минимально-необходимого целика технологического назначения с рассчитанными для конкретных условий параметрами). Добычные скважины по слоям бурятся с оставлением между их забоями и смежным выработанным пространством некоторого целика (с рассчитываемыми параметрами).

При наличии межпанельного целика шириной $a \varphi 100$ м схемой доизвлечения предусматривается проходка «центральной стартовой выработки» в средней зоне целика и двусторонняя его выемка очистными скважинами с параметрами, определяемыми на базе горно-геомеханических расчетов. Длина скважин может составлять $l_{\text{оч.скв}} \leq 50$ м.

Для доизвлечения запасов межпанельного целика целесообразно предусмотреть технологическую схему бурошнековой выемки, позволяющую доизвлечь и сильвинитовую руду IV слоя. С этой целью «стартовая выработка» должна иметь высоту до отметки почвы слоя «IV-V» (включительно), т.е. проходится «двуходовой» (по ее высоте).

При комбинированном способе отработки запасов Третьего калийного горизонта целесообразно доизвлечение запасов из межпанельного целика и целика внутрипанельного.

Здесь также целесообразна двуходовая (по высоте) проходка «стартовой выработки» с привязкой ее почвы к почве слоя II, а кровли – к почве слоя IV-V. Размещая и эксплуатируя в «стартовой выработке» бурошнековое оборудование, возможно обеспечивать доизвлечение запасов целика по трем сильвинитовым слоям (II, III и IV). Выбор и варьирование параметров технологической схемы определится в процессе геомеханических исследований, учитывающих как собственно ширину межпанельного целика, так и механическое состояние пород налегающего массива, подрабатываемого комбинированным (лава, камеры) способом.

Поскольку запасы сильвинитовых слоев II и III в пределах внутрипанельного целика отрабатываются камерной системой, то интерес может представлять доизвлечение запасов, сосредоточенных в IV сильвинитовом слое. Эти запасы не извлекаются ни очистной выемкой лавы, ни камерами. Целесообразно, следовательно, доизвлечение Целесообразно, следовательно, доизвлеч этого слоя из дополнительно пройденной в пределах целика выработки («стартовой»), либо непосредственно из «модернизированного» (по высоте!) одного из панельных штреков.

В СПГГИ на базе анализа горно-геологических условий и вариантов технологических схем доизвлечения запасов сильвинитовой руды на рудниках РУП ПО «Беларуськалий» построены горно-геомеханические модели и соответствующие им расчетные схемы, с использованием которых возможна оценка напряженно-деформированного состояния (НДС) соляного массива. Решение конкретных задач горного производства по определению НДС массива горных пород в зонах доизвлечения выполнялось с учетом необходимой модернизации одного из численных методов (МГЭ) применительно к исследованию механических процессов в неоднородной весомой среде. Данные исследования позволили разработать инженерную методику расчета эффективных и безопасных параметров бурошнековой технологии.

Предложенная методика оценки устойчивых состояний междускважинных целиков при гарантированном обеспечении безопасного состояния ВЗТ позволила сформулировать требования к такому оборудованию и технологические схемы его работы.

По разработанным исходным данным требуемое оборудование проектируется и изготавливается на машиностроительных предприятиях Германии и Польши. В дальнейшем будет проведен производственный эксперимент по подтверждению рациональных параметров внедряемой технологии, анализ и обобщение результатов которого позволит произвести корректировку рекомендуемых параметров и начать промышленное внедрение бурошнековой технологии доизвлечения целиков.