

УДК 622.831

В.В. Аникин, С.Я. Жихарев

ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ВЫЕМКИ ТРЕХ СБЛИЖЕННЫХ СИЛЬВИНИТОВЫХ ПЛАСТОВ

Представлена методика определения параметров камерной системы разработки, обуславливающая возможность снижения затрат при выемке трех сближенных сильвинитовых пластов на шахтных полях ОАО «Уралкалий».

Ключевые слова: рудники, параметры системы разработки, сильвинит, рабочие пласты, закладочные работы.

В последнее десятилетие в мире наблюдается тенденция к увеличению использования калийных удобрений. Вместе с тем, многие рудники Верхнекамского месторождения выработали значительную часть запасов своих шахтных полей, поэтому актуальной становится задача увеличения рудной базы действующих предприятий.

Одним из возможных решений данной проблемы является вовлечение в отработку запасов нерабочих сильвинитовых пластов, имеющих кондиции, близкие к промышленным, что позволяет расширить рудную базу рудников и одновременно избежать увеличения размеров шахтных полей, которое ухудшает условия вентиляции, усложняет схемы транспортирования полезного ископаемого, увеличивает затраты на поддержание капитальных выработок и т.д.

Исследованиями, проведенными в Ги УрО РАН, установлено, что только в пределах шахтных полей рудников БКПРУ-2 и БКПРУ-4 ОАО «Уралкалий» общие запасы сильвинитовой руды на пласте КрIII (при кондиционной мощности не менее 2,0 м, содержании КСI не менее 15 % и Н.О. — не более 6 %), который в на-

стоящее время, практически, не отрабатывается, оцениваются десятками млн.т.

Данная задача актуальна также и для рудников СКПРУ-2 СКПРУ-3 ОАО «Уралкалий».

На калийных рудниках Верхнекамского месторождения из-за наличия мощного водоносного горизонта, залегающего на водоупоре выше свиты калийно-магниевых пластов, используется камерная система разработки с поддержанием вышележащей толщи пород относительно «жесткими» ленточными целиками с расчетной степенью нагружения (C), представляющей отношение действующей на целик нагрузки к его несущей способности, не более 0,4, при этом потери полезного ископаемого по системе разработки могут достигать до 60 %.

Основными конструктивными элементами камерной системы разработки являются камера и междуканнерный целик.

Согласно требованиям действующих нормативных документов [1], к основным параметрам системы разработки, подлежащим определению, относятся: ширина очистных камер (a_0); ширина междуканнерных целиков (b_0); вынимаемая мощность при отра-

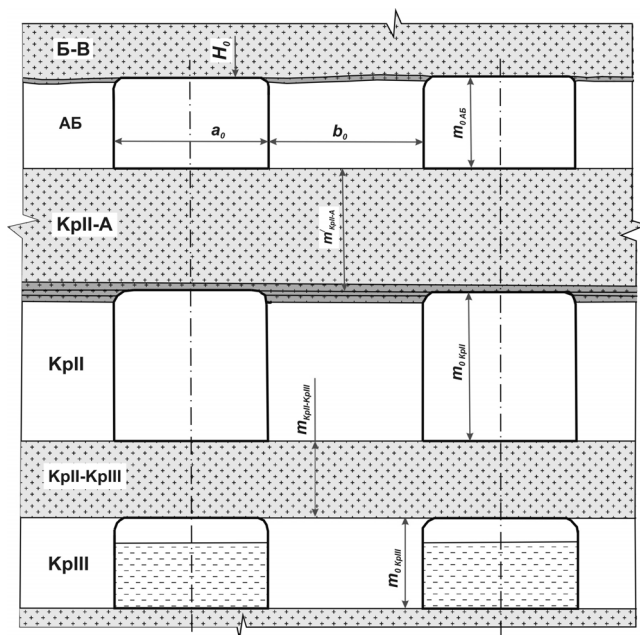


Рис. 1. Схема выемки трех пластов АБ, КрII и КрIII при величине расчетной мощности междупластовых потолочин АБ-КрII и КрII-КрIII более 1,5 м

ботке пластов (m_0); расчетная высота целиков (m); мощность междупластовых потолочин (m_r); степень заполнения камер закладкой (A_0) и сроки выполнения закладочных работ.

Продуктивная толща представлена пластами КрIII, КрII, КрI и АБ сильвинитового состава и пластом В сильвинитового или карналлитового состава.

Основными рабочими пластами на руднике являются пласты АБ и КрII сильвинитового состава. Пласт КрI из-за его небольшой мощности на современном этапе освоения месторождения не обрабатывается.

Расчеты, проведенные по методике, изложенной в действующих нормативных документах [1], показывают, что, практически, в пределах всего шахтного поля рудника БКПРУ-4 рабочие пласты, а также пласты КрIII, являются сближенными. Необходимо

отметить, что согласно требованиям «Указаний...» [1] при совместной выемке трех сближенных сильвинитовых пластов (АБ, КрII и КрIII) возможны два основных варианта:

1) отработка с обязательной закладкой одного пласта (например, КрIII, рис. 1);

2) отработка с обязательной закладкой двух пластов (например, КрII и КрIII, рис. 2).

Так как во втором варианте по сравнению с первым существенно увеличивается себестоимость добычи за счет обязательной закладки двух пластов, то важно определить, при каком соотношении параметров очист-

ной выемки и геологических факторов возможен вариант отработки трех пластов с обязательной закладкой только одного пласта, как менее затратный.

При отработке сближенных сильвинитовых пластов необходимо оценивать величину расчетной мощности междупластовой потолочины (m_r), которая определяет количество пластов, подлежащих закладке, накладывает определенные требования к расчету параметров и находится по формуле [1]:

$$m_r = m_{\Gamma} - \Delta m - \delta_{оп}, \quad (1)$$

где m_{Γ} – среднее значение мощности междупластья на рассматриваемом участке отработки пластов, м; Δm – расчетное приращение высоты целиков при принятых или планируемых параметрах системы разработки, м; $\delta_{оп}$ – среднее значение мощности

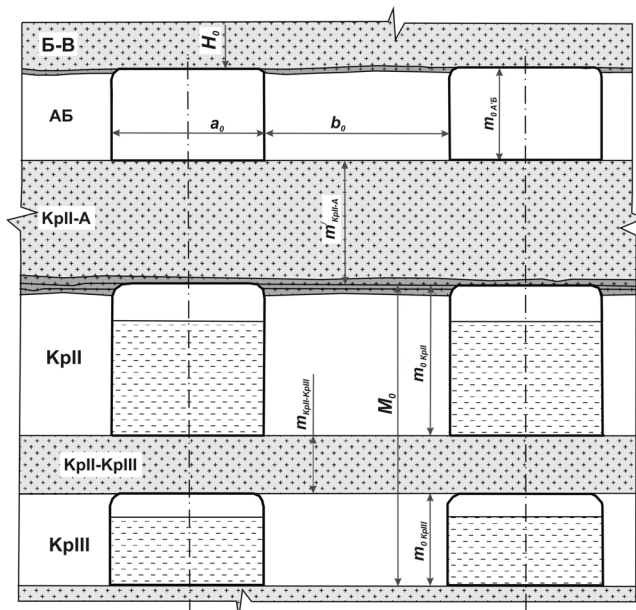


Рис. 2. Схема выемки трех пластов АБ, КрII и КрIII при величине расчетной мощности междупластовой потолочины АБ-КрII более 1,5 м и КрII-КрIII менее 1,5 м

нарушенных пород в верхней части потолочины вследствие пучения почвы камер на верхнем пласте, $0 \leq \delta_{оп} \leq 0,4$ м.

В случае, когда для двух пластов $m_r \geq 1,5$ м, параметры отработки этих пластов определяются отдельно, при этом проведение закладочных работ строго не регламентируется [1]. Необходимо отметить, что для рабочих пластов АБ и КрII, как правило, величина $m_r \geq 1,5$ м.

Если для двух пластов, например КрII и КрIII, величина $m_r < 1,5$ м, то при отработке необходимо производить закладку пластов КрII и КрIII со средней степенью заполнения $A_0 \geq 0,75$, при этом параметры системы отработки определяются как при выемке одного пласта с вынимаемой мощностью m_0 , равной расчетной высоте выработанного про-

странства при отработке двух пластов M_0 [1], т.е. по сравнению с первым вариантом растут потери в более высоких, а, следовательно, более «широких» междуканальных целиках (рис. 2).

Расчетное приращение высоты целиков (Δm) находится из выражения [1]:

$$\Delta m = \max \begin{cases} \beta_{ок} (a - a_{ом}); \\ m_{ок}. \end{cases} \quad (2)$$

где $\beta_{ок}$ — коэффициент, учитывающий влияние устойчивости кровли камер на величину приращения расчетной высоты целиков; a — расчетная ширина камеры, м; $a_{ом}$ — устойчивый пролет кровли камер, м; $m_{ок}$ — мощность коржей, оставляемых в кровле пласта, м.

Значение коэффициент $\beta_{ок}$ определяется по формуле [1]:

$$\beta_{ок} = 0,7 \cdot [1,0 - \beta_{ом} \sqrt{a_{ом}}], \quad (3)$$

где $\beta_{ом}$ — параметр аппроксимации, $\beta_{ом} = 0,262$.

Из формул 1—3 следует, что на величину расчетной мощности междупластовой потолочины оказывают влияние как природные, практически, неизменяемые геологические факторы ($m_{пл}$, $a_{ом}$), так и технологические параметры ($\delta_{оп}$, $m_{ок}$, a), которые можно изменять в зависимости от технологии и используемого добычного оборудования. Необходимо отметить, что расчетное приращение высоты целиков Δm , которое учитывает как природные факторы, так и технологические параметры, может по своей величине значительно превосходить

среднее значение мощности нарушенных пород $\delta_{оп}$ и, таким образом, оказать существенное влияние на величину расчетной мощности междупластовой потолочины (m_r).

Рассмотрим случай, когда геологическое значение мощности междупластья $m_{П}$ больше суммы граничного значения расчетной мощности междупластовой потолочины ($m_r = 1,5$ м) и средней величины мощности нарушенных пород в верхней части потолочины $\delta_{оп}$, при этом мощность коржей $m_{ок}$, оставляемых в кровле, как правило, меньше величины расчетного приращения высоты целиков:

$$m_{П} \geq 1,5 \text{ м} + \delta_{оп}, m_{ок} < \beta_{ок} (a - a_{ом}). \quad (4)$$

В этих условиях, с учетом формул 2 и 3, значение Δm будет зависеть от величины разности между расчетной шириной камеры и величиной устойчивого пролета кровли камер. Используя формулы 1—3, можно дать оценку ширины устойчивого пролета кровли камер, при которой расчетная мощность междупластовой потолочины будет равна граничному значению:

$$m_{П} - \Delta m - \delta_{оп} = 1,5 \text{ м}. \quad (5)$$

Подставляя выражение (3) в формулу (2) и выполняя необходимые преобразования, окончательно получаем:

$$0,1834 (a_{ом})^{3/2} - 0,7(a_{ом}) - 0,1834a(a_{ом})^{1/2} + 0,7a + \delta_{оп} + 1,5 - m_{П} = 0. \quad (6)$$

Заменяя $(a_{ом})^{1/2} = x$, окончательно получаем кубическое уравнение:

$$0,1834(x)^3 - 0,7(x)^2 - 0,1834a(x) + 0,7a + \delta_{оп} + 1,5 - m_{П} = 0. \quad (7)$$

Решая уравнение (7) методом Кардано [2], получаем для фиксиро-

ванного значения ширины камеры оценочное значение устойчивого пролета кровли камер ($a_{ом}$), при котором значение расчетной мощности междупластовой потолочины принимает свое граничное значение ($m_r = 1,5$ м), т.е. когда возможен первый (менее затратный) вариант трехпластовой выемки, при которой определение параметров обработки производится отдельно для каждого пласта и обязательна закладка только одного пласта [1].

При решении данного уравнения необходимо соблюдать два ограничения:

1) из трех корней для каждого уравнения практический смысл имеют лишь положительные корни;

2) максимальная величина устойчивого пролета кровли камер не должна превышать максимального устойчивого пролета кровли камер для пласта каменной соли, равного 8,0 м [1].

Сравнивая реальную величину устойчивого пролета кровли камер $a_{ом}$, которая, согласно п. 1.14. «Указаний...» [1], устанавливается на основе актов обследования очистных камер на тех участках шахтного поля, где горно-геологические условия аналогичны участкам, планируемым к обработке, а при отсутствии экспериментальных данных — с расчетными значениями из табл. 1.2 «Указаний...» [1] и ее оценочное значение $a_{ом}^*$, можно дать рекомендации по выбору типа комбайна.

Подставляя в данное уравнение значения (прогнозные или реальные) мощности междупластья ($m_{П}$) и известную величину устойчивого пролета кровли камер ($a_{ом}$), получаем обычное линейное уравнение, решая которое, определяем максимальное

Величина максимальной допустимой ширины камер при различных мощностях междупластья КрII-КрIII и устойчивого пролета кровли камеры

Мощность междупластья КрII-КрIII, м	Максимальная ширина камер*			
	3,0 м	4,0 м	5,0 м	6,0 м
1,80	3,3	4,3	5,3	6,4
1,90	3,5	4,6	5,7	6,8
2,00	3,8	4,9	6,0	7,2
2,10	4,0	5,2	6,4	7,6
2,20	4,3	5,5	6,7	8,0
2,30	4,6	5,8	7,1	8,4

Примечание. Жирным курсивом даны значения устойчивого пролета кровли камер.

оценочное значение ширины камеры (a^*) на пласте КрIII, при котором возможна выемка трех сближенных сильвинитовых пластов с обязательной закладкой только одного пласта.

В обобщенном виде результаты, полученные при решении уравнения (7) для практического применения в различных условиях, представлены в таблице, где показаны оценочные значения максимальной ширины одноходовых камер при различной мощности междупластья КрII-КрIII для разных значений устойчивого пролета кровли камер, при которой возможна выемка трех сближенных сильвинитовых пластов с обязательной закладкой только одного пласта.

Таким образом, предложенная методика позволяет на стадии проектирования найти максимальное значение ширины камеры a^* при ведении очистных работ на пласте КрIII и, соответственно, определить тип комбайна, при котором возможна совместная выемка трех сближенных пластов АБ, КрII и КрIII с обязательной закладкой только одного пласта для шахтных полей рудников ОАО «Уралкалий».

Вместе с тем, необходимо отметить, что данная методика не отменяет необходимость проверки выбранных параметров по величине допустимых прогибов [1] и условиям, исключающим возможность массового обрушения пород в очистных камерах [3].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Указания по защите рудников от затопления и охране подрабатываемых объектов в условиях Верхнекамского месторождения калийных солей (технологический регламент). — СПб., ВНИИГ, 2008.
2. Корн Г. Справочник по математике / Г. Корн, Т. Корн. — М.: Наука, 1973. — 832 с.
3. Методические рекомендации к «Указаниям по защите рудников от затопления и охране подрабатываемых объектов в условиях Верхнекамского месторождения калийных солей». — СПб., ВНИИГ, 2008. **ИЛАС**

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Аникин В.В. — кандидат технических наук, научный сотрудник, anikin@mi-perm.ru
 Жихарев С.Я. — доктор технических наук, ведущий научный сотрудник, perevoloki55@mail.ru,
 Горный институт УрО РАН.

