

УДК 622.831:
622.363.2**В.Б. Терентьев**

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВРЕМЕНИ УСТОЙЧИВОСТИ МЕЖДУПЛАСТОВЫХ ПОТОЛОЧИН ДЛЯ УСЛОВИЙ СБЛИЖЕННОГО ЗАЛЕГАНИЯ СИЛЬВИНИТОВЫХ ПЛАСТОВ УСОЛЬСКОГО КАЛИЙНОГО КОМБИНАТА

Выполнен расчет времени устойчивости технологического междупластия при различных вариантах параметров разработки, предполагаемых на шахтном поле УКК по методикам ОАО «Галургия». На основе сравнения геологических особенностей залегания продуктивных пластов шахтного поля УКК с юго-восточным участком БКПРУ-2 ПАО «Уралкалий», принятого за эталон, поднят вопрос обоснованности рассмотрения междупластовой потолочины с мощностью менее 2,5–3,0 м, как несущего элемента системы разработки. Приведены фактические графики нарастания оседаний и скоростей оседаний в восточных частях 13, 15, 17 восточных панелей (ВП). Согласно графикам, фактические скорости нарастания оседаний соответствуют степеням нагружения общего междукамерного целика, без влияния междупластия как несущего элемента системы разработки. В связи с этим были выдвинуты три варианта геомеханического решения при выборе параметров системы разработки на шахтном поле УКК, с исключением либо минимизацией влияния «слабого» междупластия на устойчивость геомеханической системы.

Ключевые слова: геомеханическая система, технологическое междупластие, нерастворимый в воде остаток, агрегатная прочность пород, степень нагружения, параметры системы разработки.

Проблема обеспечения сохранности технологического междупластия при разработке Верхнекамского месторождения калийных солей (ВКМКС) приобретает все большую актуальность по мере освоения его периферийных площадей. Снижение агрегатной прочности и геологической мощности продуктивных и вмещающих пород, рост содержания нерас-

творимого в воде остатка (Н.О.), увеличение глубины залегания создают условия, при которых существующие параметры системы разработки не могут обеспечивать достаточную несущую способность элементов геомеханической системы и, соответственно, сохранность ВЗТ. В условиях ограничения степени нагружения $C \leq 0,3-0,4$, горное давление, не находя достаточной реализации в вертикальном деформировании, формирует, по принципу «слабого звена», концентраторы напряжений в наиболее слабом несущем элементе за счет бокового распора междукамерных целиков. Давление действует на междупластие субпараллельно напластованию, что вызывает вертикальное расслоение его структуры. На начальном этапе это становится причиной формирования трещин расслоения, пучения почвы верхнего пласта, расслоения и последующего обрушения кровли нижнего пласта, а далее и полного обрушения междупластия. В результате обрушения формируется новая геомеханическая система с общим целиком большой высоты, что определяет увеличение степени нагружения до $C = 0,6-0,7$ и деформирование по новому закону. В дальнейшем рост скоростей оседаний и быстрое податливое деформирование усугубляется, в том числе за счет сформированных до обрушения концентраций напряжений в массиве целиков [1].

В свете осложненной геомеханической обстановки на площадях юго-восточной части БКПРУ-2; 3, 4–5 юго-восточных панелей БКПРУ-4 ПАО «Уралкалий», актуальной и требующей пристального изучения, становится задача выбора геомеханически безопасных параметров отработки при мощностях технологического междупластия менее трех метров при повышенном содержании Н.О. Подобные геологические условия отработки имеет шахтное поле Усольского калийного комбината (УКК).

Палашерский участок и южная треть Балахонцевского участка, планируемых к разработке (УКК), приурочены к Дурьманскому прогибу. Способ отработки – камерный, способ подготовки – панельно-штрековый. К промышленной выемке предполагаются продуктивные сильвинитовые пласты КрII и КрIII. Средняя глубина до кровли пласта КрII $H_0 = 380$ м. Геологическое междупластие представлено соляным слоем КрII–КрIIIа, средней мощностью $m_r = 1,68$ м. Технологическое междупластие, при оставлении части продуктивного пласта в кровле и в почве, представлено двумя (КрII–КрIIIа и КрIIIа) либо тремя слоями (КрII, КрII–КрIIIа и КрIIIа) средней мощностью 0,48 м, 1,68 м и 0,22 м соответственно. Начало очистных работ

Таблица 1

Усредненные геологические данные продуктивного горизонта шахтного поля УКК

Пласт	Геологическая мощность t , м	Агрегатная прочность σ_0 , МПа	Содержание нерастворимого в воде остатка (глины) Н.О., %
КрI-II	0,70	13,88	24,95
КрII	5,48	19,64	6,52
КрII–КрIII	1,68	17,60	7,66
КрIIIа-КрIIIб	3,32	17,86	5,49
КрIIIб-КрIIIв	0,12	19,64	5,50

планируется после 2015 г. Усредненные геологические данные сведены в табл. 1.

К возможной реализации на рассматриваемой площади предполагаются несколько вариантов соосной отработки двух сближенных пластов с различной шириной камер и выемочной мощностью, часть из которых предусматривает подрубку верхнего соляного слоя геологического междупластья. Таким образом, технологическое междупластье в различных вариантах системы разработки будет иметь разную картину разрушения, в зависимости от общей мощности и количества слагающих его слоев.

Согласно [2], к первому типу относятся потолочины с мощностью не менее $h \geq 0,3 \cdot a_m$, представленные монолитным сломом соляных пород или слоистым соляным массивом, имеющих такую складчатость, которая исключает возможность его расслоения.

Ко второму типу относятся потолочины, представленные несколькими соляными слоями, мощность хотя бы одного из которых заключена в интервале $0,3 \cdot a_m > h \geq 0,2 \cdot a_m$ при складчатости, не исключающей возможности их расслоения (a_m – максимальная ширина камеры, м).

В случае частичной подрубki слоя КС, междупластье можно классифицировать как 1 тип, в случае оставления части пласта КрII в почве как 2 тип.

Ожидаемый срок потери устойчивости потолочины первого типа, согласно [2], определяется относительно степени ее нагружения продольной сжимающей нагрузкой на участке примыкания к ней верхней и нижней камер. Далее находится значение критической продольной деформации для заданного от-

ношения мощности к ширине камеры [2], и определяется срок, соответствующий ожидаемому времени устойчивости междупластья. Степень нагружения междупластья определяется по формуле:

$$C = Q_r/P, \quad (1)$$

где Q_r – продольная сжимающая нагрузка, кг/м²; P – несущая способность потолочины на восприятие продольными сжимающими напряжениями, кг/м².

Нагрузка Q_r определяется по формуле

$$Q_r = \max \left\{ \begin{array}{l} Q_v \cdot \lambda \cdot \frac{h}{b} \\ \lambda \cdot \gamma \cdot h \cdot \left(\frac{m_v + m_n}{2} + h \right) \end{array} \right\}, \quad (2)$$

где Q_v – вертикальная нагрузка, равная реакции целика на проходящий на него вес вышележащей толщи, кг/м³; λ – коэффициент бокового распора, определяемый по результатам замеров напряжений, или принимаемый в соответствии с п. 1.3. [2]; m_v и m_n – высота камер отработанных соответственно на верхнем и нижнем пластах, оконтуривающих междупластовую потолочину, м.

Нагрузка Q_v , действующая на междупластье со стороны междуканального целика в каждый момент времени зависит от расположения рассматриваемого целика в выработанном пространстве по отношению к его границам, от скорости продвижения фронта очистных работ и от ширины выработанного пространства. Однако расчет производится с запасом на максимальное значение этой нагрузки [2]. При ленточных целиках Q_v рассчитывается по формуле:

$$Q_v = \gamma \cdot H \cdot (a + b), \quad (3)$$

Ожидаемый срок разрушения потолочины определяется как отношение критической продольной деформации, $\varepsilon_{кр}$, к скорости установившейся ползучести, $\dot{\varepsilon}$ (определяемой в соответствии со степенью нагружения междупластовой потолочины графически, согласно исследованиям ОАО «Галургия» [3]):

$$t = \frac{\varepsilon_{кр}}{\dot{\varepsilon}} \quad (4)$$

Срок устойчивости междупластья второго типа, согласно [2], определяется относительно действующих в слоях потолочины

горизонтальных напряжений, которые принимаются одинаковыми по всей мощности технологического междупластья. Для ленточных целиков горизонтальные напряжения определяются по формуле:

$$\sigma_x = \max \left\{ \begin{array}{l} \lambda \cdot \gamma \cdot H \cdot \frac{a_n + b_n}{b_n + b_g} \cdot 2 \\ \lambda \cdot \gamma \cdot H \cdot \frac{m_g + m_n + 2h}{2h} \end{array} \right., \quad (5)$$

где b_n и b_g – ширина междукамерных целиков на нижнем и верхнем пластах, м.

Степень нагружения слоев определяется по формуле:

$$C_j = \frac{\sigma_{xj}}{\sigma_c \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6 \cdot k_7}, \quad (6)$$

где σ_{xj} – средневзвешенный предел прочности для рассматриваемого слоя, МПа; k_7 – коэффициент за влияние способа проходки.

Срок устойчивости каждого рассчитываемого слоя, отсчитываемый с начала подработки или надработки потолочины, определяется по формуле:

$$t_j = t' + t'' = t' + \frac{[\varepsilon_f] j - \dot{\varepsilon}_{fj}' \cdot t'}{\dot{\varepsilon}_{fj}''}, \quad (7)$$

где t' – промежуток времени между отработкой верхней и нижней камер, оконтуривающих потолочину.

Основные варианты параметров системы разработки и расчет времени устойчивости междупластовых потолочин первого и второго типов представлены в табл. 2, 3.

Согласно исследованиям [2, 3], время устойчивости междупластья не увеличивается линейно с ростом ширины междукамерного целика, а в первую очередь определяется шириной камеры в ее широкой части, разностью ширины камер на верхнем и нижнем пластах и геологическими свойствами самой потолочины.

Время сохранности технологического междупластья, согласно расчетам, не превысит 4–6 лет после отработки.

Вышеизложенное предопределяет необходимость оперативной реализации горных мер охраны, и, при относительно малом извлечении, ставит под вопрос экономическую целесообразность горных работ. Более того, при реализации вариантов 1г и 3б, ожидаемое время разрушения потолочины со-

ставит не более одного года, что опасно для самой технологии проходческих работ и ставит под сомнение наличие какой либо несущей способности технологического междупластия, одновременно, поднимая вопрос обоснованности рассмотрения его как несущего элемента геомеханической системы.

В связи с отсутствием натуральных исследований продуктивного горизонта на шахтном поле УКК, рассмотрим геомеханическую ситуацию в юго-восточной части БКПРУ-2, геологическое строение и химические свойства которого сходны с рассматриваемой площадью. В юго-восточной части шахтного поля (7, 9, 11, 13, 15, 17 ВП) среднее содержание глин составляет 12% по пласту АБ и 6,5% по пласту КрII. Мелкая слоистость пород и отсутствие микроскладчатости определяет слабую устойчивость основных конструктивных элементов системы разработки. Кроме того, юго-восточный участок шахтного поля, характеризуется уменьшением геологической мощности междупластия АБ-КрII. Сходная структура междупластия,

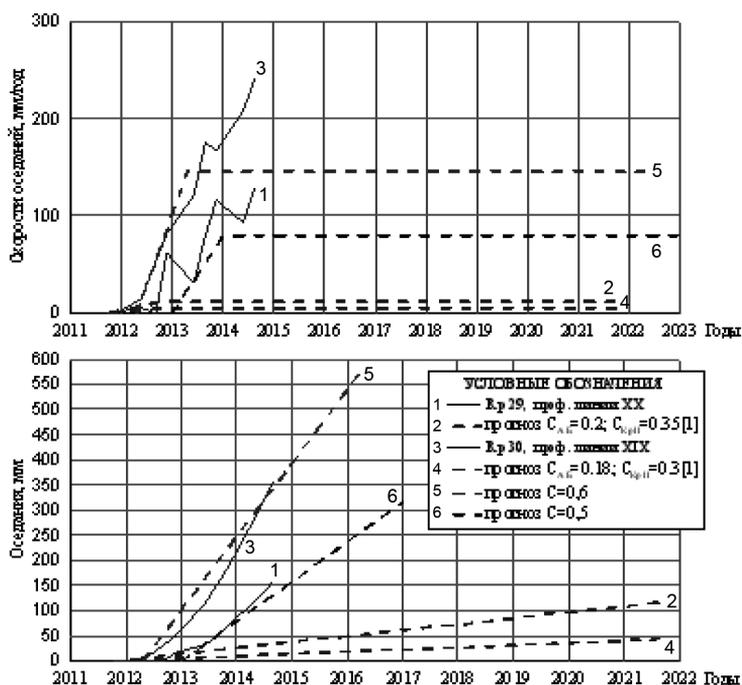


Рис. 1. Фактические и прогнозные графики нарастания оседаний в районе 1 блока 13, восточной панели юго-восточной части БКПРУ-2

состоящего из трех слоев А'-КрI, КрI, КрI-КрII, предположительно имеет сравнимую картину разрушения (1, 2 тип) и может быть принята за эталонную. Обработка сближенных пластов в восточной части 13, 15, 17 ВП БКПРУ-2 велась в период 2011–2012 гг., с шириной камеры $a = 5,5$ м, параметрами $l = a + b = 10,5–14,5$ м в осях камер. Мощность технологического междупластия $m_r = 2,5–3,0$ м.

Действительно, в юго-восточной части БКПРУ-2 фактические графики нарастания оседаний и скоростей оседаний за период 2012–2014 гг., над восточной частью 13 ВП, (в районе скважины 214с), 15 ВП, 17 ВП превышают прогнозную тенденцию [1] (рис. 1, 2, 3).

Скорости оседаний в районе южной полупанели 13 ВП соответствуют податливому деформированию совместного целика со степенью нагружения $C > 0,65$, что предполагает обрушение междупластия и протекание процесса в режиме хрупкого разрушения с образованием вертикальных трещин (рис. 1). Скорости оседаний в районе репера 30/XIX 13 ВП ($l = 14,5$ м)

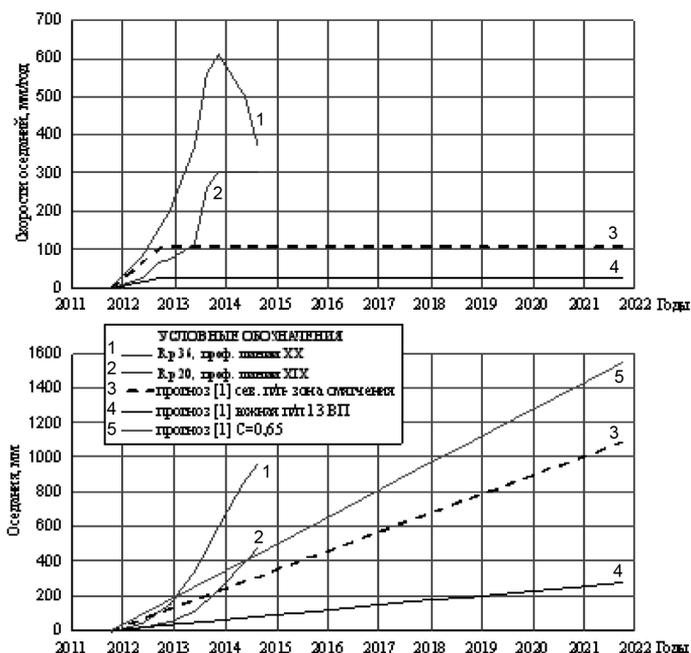


Рис. 2. Фактические и прогнозные графики нарастания оседаний в районе 1 блока 15, восточной панели юго-восточной части БКПРУ-2

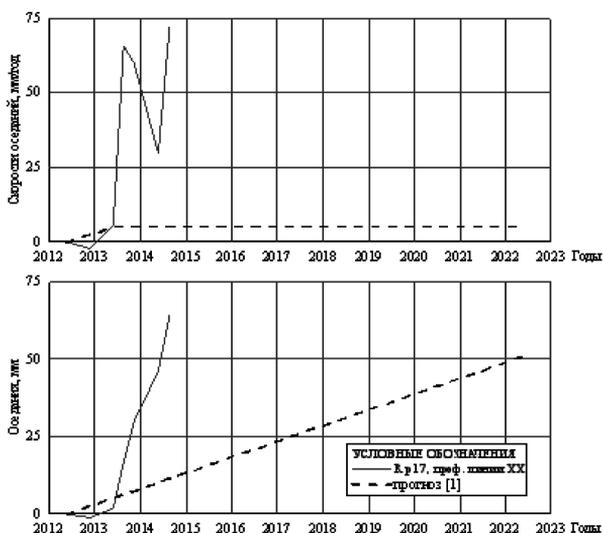


Рис. 3. Фактические и прогнозные графики нарастания оседаний в районе 1 блока 17, восточной панели юго-восточной части БКПРУ-2

отражают тенденцию ускоренного разрушения междупластия и формирование общего целика со степенью нагружения более, чем $C = 0,6$ (рис. 2). В районе 1 блока 15 ВП (отработка 2012 г.) процесс сдвижения соответствует степеням нагружения $C = 0,5-0,55$, при совместной отработке пластов. В 1 блоке 17 ВП фактические скорости оседаний соответствуют степеням нагружения более $C \geq 0,55$ (рис. 3). Ни на одном из рассматриваемых участков, согласно актам обследования от второго квартала 2014 г., массового обрушения междупластия зафиксировано не было.

Резюмируя вышеизложенное, заключаем, что при сближенной двухпластовой отработке с параметрами $l = 10,5-14,5$ м, в условиях юго-восточной части БКПРУ-2, деформирование геомеханической системы идет по «сценарию» совместной выемки, уже на начальной стадии деформационных процессов. Другими словами, междупластие не выполняет функций несущего элемента геомеханической системы, еще до расчетной потери его несущей способности, и, соответственно, не обеспечивает проектную степень нагружения. Таким образом, в условиях «худшей» геологической ситуации и большей глубины залегания продуктивного горизонта шахтного поля УКК, при проектировании, возможны несколько геомеханических решений:

Таблица 2

Расчет времени устойчивости междупластовых потолочин первого типа для шахтного поля УКК при различных вариантах системы разработки

Вариант	Слой	Ширина целика нижнего пласта	Ширина целика верхнего пласта	Ширина камеры нижнего пласта	Ширина камеры верхнего пласта	Выемочная мощность верхнего пласта	Выемочная мощность нижнего пласта	Степень нагружения лочины, C	Скорость установившейся ползучести, $\varepsilon', \%$ /сут	Критическая продольная деформация, $\varepsilon_{кр}$, мм/м	Суммарное время устойчивости потолочины, годы
		$b_n, \text{ м}$	$b_v, \text{ м}$	$a_n, \text{ м}$	$a_v, \text{ м}$	$m_v, \text{ м}$	$m_n, \text{ м}$				
1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	1в	КрII-КрIII	13,4	13,4	5,5	5,5	3,1	0,72	0,00750	1,52	0,7
1г	КрIIIа-КрIIIб	13,4	13,4	5,5	5,5	6,28	3,1	0,72	0,00750	0,48	
	2а	КрII-КрIII	7,8	7,8	5,5	5,5	6,28	3,1	0,72	0,00750	1,52
КрIIIа-КрIIIб		7,8	7,8	5,5	5,5	6,28	3,1	0,72	0,00750	0,48	
2б	КрII-КрIII	7,3	7,3	3,2	3,2	6,28	3,1	0,55	0,00168	2,62	5,6
	КрIIIа-КрIIIб	7,3	7,3	3,2	3,2	6,28	3,1	0,55	0,00168	0,83	
2в	КрII-КрIII	4,6	4,6	3,2	3,2	6,28	3,1	0,55	0,00168	2,62	5,6
	КрIIIа-КрIIIб	4,6	4,6	3,2	3,2	6,28	3,1	0,55	0,00168	0,83	
2г	КрII-КрIII	11,3	11,3	3,2	3,2	6,28	3,1	0,55	0,00168	2,62	5,6
	КрIIIа-КрIIIб	11,3	11,3	3,2	3,2	6,28	3,1	0,55	0,00168	0,83	
2д	КрII-КрIII	6,3	6,3	3,2	3,2	6,28	3,1	0,55	0,00168	2,62	5,6
	КрIIIа-КрIIIб	6,3	6,3	3,2	3,2	6,28	3,1	0,55	0,00168	0,83	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
3а	КрII-КрIII	КрIIIа-КрIIIб	11,0	8,7	3,2	5,5	6,28	3,1	0,72	0,00750	1,93	0,9
			11,0	8,7	3,2	5,5	6,28	3,1	0,72	0,00750	0,61	
3б	КрII-КрIII	КрIIIа-КрIIIб	7,9	5,6	3,2	5,5	6,28	3,1	0,72	0,00750	1,93	0,9
			7,9	5,6	3,2	5,5	6,28	3,1	0,72	0,00750	0,61	
3в	КрII-КрIII	КрIIIа-КрIIIб	15,3	13,0	3,2	5,5	6,28	3,1	0,72	0,00750	1,93	0,9
			15,3	13,0	3,2	5,5	6,28	3,1	0,72	0,00750	0,61	
3г	КрII-КрIII	КрIIIа-КрIIIб	10,1	7,8	3,2	5,5	6,28	3,1	0,72	0,00750	1,93	0,9
			10,1	7,8	3,2	5,5	6,28	3,1	0,72	0,00750	0,61	
4а	КрII-КрIII	КрIIIа-КрIIIб	13,0	9,9	3,2	6,3	6,28	3,1	0,77	0,00118	1,76	5,4
			13,0	9,9	3,2	6,3	6,28	3,1	0,77	0,00118	0,56	
4б	КрII-КрIII	КрIIIа-КрIIIб	9,8	6,7	3,2	6,3	6,28	3,1	0,77	0,00118	1,76	5,4
			9,8	6,7	3,2	6,3	6,28	3,1	0,77	0,00118	0,56	
4в	КрII-КрIII	КрIIIа-КрIIIб	17,5	14,4	3,2	6,3	6,28	3,1	0,77	0,00118	1,76	5,4
			17,5	14,4	3,2	6,3	6,28	3,1	0,77	0,00118	0,56	
4г	КрII-КрIII	КрIIIа-КрIIIб	12,1	9,0	3,2	6,3	6,28	3,1	0,77	0,00118	1,76	5,4
			12,1	9,0	3,2	6,3	6,28	3,1	0,77	0,00118	0,56	
4ж	КрII-КрIII	КрIIIа-КрIIIб	13,0	9,9	3,2	6,3	6,28	3,1	0,77	0,00118	1,76	5,4
			13,0	9,9	3,2	6,3	6,28	3,1	0,77	0,00118	0,56	

Таблица 3

Расчет времени устойчивости междупластовых потолочин второго типа для шахтного поля УКК при различных вариантах системы разработки

Вариант	Слой	Мощн. слоя h_1 , м	Ширина камер верхнего пласта $a_в$, м	Ширина камер нижнего пласта $a_н$, м	Ширина целика верхнего пласта $b_в$, м	Ширина целика нижнего пласта $b_н$, м	Выем. мощн. верхнего пласта $m_в$, м	Выем. мощн. нижнего пласта $m_н$, м	Большее горизонтальное напряжение σ_x	Степень нагружения потолочин, C	Скорость установившейся ползуемости, ε' , % /сут	Время устойчивости потолочины t , годы	
1	1а	КрII	0,48	5,5	5,5	8,2	8,2	5,7	3,1	1060,2	0,58	0,0060	5,6
		КрII-КрIII	1,68	5,5	5,5	8,2	8,2	5,7	3,1	1060,2	0,64	0,0040	
		КрIII-КрIIIб	0,34	5,5	5,5	8,2	8,2	5,7	3,1	1060,2	0,63	0,0140	
1б		КрII	0,48	5,5	5,5	6,3	6,3	5,7	3,1	1060,2	0,58	0,0060	5,6
		КрII-КрIII	1,68	5,5	5,5	6,3	6,3	5,7	3,1	1060,2	0,64	0,0040	
		КрIII-КрIIIб	0,34	5,5	5,5	6,3	6,3	5,7	3,1	1060,2	0,63	0,0140	
4	4з	КрII	1,58	7,0	7,0	15,0	15,0	6,28	3,1	1322,4	0,80	0,0168	4,0
		КрII-КрIII	0,34	7,0	7,0	15,0	15,0	6,28	3,1	1322,4	0,79	0,1075	

1) Расчеты параметров системы разработки вести на совместный целик, изначально, без учета междупластия как несущего элемента геомеханической системы. Отработку вести нисходящим порядком, согласно действующим указаниям [4]. Недостатком этого способа является малое извлечение руды, как следствие увеличения ширины междукammerного целика относительно ширины камер.

2) Отработку вести параметрами, предполагающими несоосное расположение камер, с целью исключения влияния «слабого» междупластия на устойчивость геомеханической системы. Недостаток данного способа – формирование дополнительных концентраторов напряжений и значительных сдвиговых деформаций в массиве целиков, а также его малая изученность, требующая проведения большого количества экспериментов.

3) Отработку нижнего пласта вести с «податливым целиком» ($C > 0,45$), с последующим оперативным производством гидрозакладочных работ с одиночных выработок верхнего пласта. После консолидации закладочного массива и реализации -70% максимального оседания обрабатывать верхний пласт. В этом варианте также возможна несоосная отработка верхнего пласта, т.к. сдвиговые деформации будут минимизированы.

Предложенный способ ведения горных работ с одной стороны более безопасен – скорости оседания толщи горных пород ниже, следовательно, обеспечивается пластический режим деформирования ВЗТ. С другой стороны – позволяет повысить извлечение. Поскольку нормативным документом регламентируется нисходящая отработка сближенных пластов, необходимо определить условия, при которых возможны изменения положения «Указаний», и обосновать их безопасность. По нашему мнению, форма целика и степень его нагружения должны обеспечивать сохранение устойчивого состояния геомеханической системы до проведения закладочных работ, а после внесения закладки – быстрое погашение оставшихся пустот.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Терентьев В.Б., Тенисон Л.О.* Определение геомеханических критериев безопасной отработки трех пластов на шахтных полях ОАО «Уралкалий» на основе опыта эксплуатации ВКМКС / докл. Всерос. науч.-технической конф. 1–3 окт. 2013 с международным участием «Геомеханика в горном деле». – Екатеринбург: ИГД УрО РАН, 2014 – 516 с.

2. *Рекомендации по расчету устойчивых пролетов очистных выработок на калийных месторождениях.* – Л.: ВНИИГ, 1982.

3. *Указания по охране зданий, сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок и по охране рудников от затопления в условиях ВКМК. 4-е изд. — СПб.: ВНИИГ, 1983.*

4. *Указания по защите рудников от затопления и охране подрабатываемых объектов в условиях Верхнекамского месторождения калийных солей. — Пермь: ГИ УрО РАН, 2008. ПЛЭБ*

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Терентьев Вадим Борисович — ведущий инженер научно-исследовательской лаборатории геомеханики ОАО «Галургия», Березниковский филиал, e-mail: terentyevvadim80@mail.ru.

UDC 622.831:
622.363.2

V.B. Terentyev

DETERMINING TOLERANCE TIME OF INTERBED CAP PILLARS FOR THE CONDITIONS OF CONTIGUOUS BEDDING OF SYLVINITE SEAMS OF USOLSKIY POTASH PLANT

The article actualizes the problem of stable condition period of the interbed cap pillar by development of close-bedded sylvinite seams in outer areas of Verkhnekamskoye potash and magnesium salt deposit. As used here the focus is made on selection of the parameters for development of the minefield of Usolskiy potash plant (UKK). Estimation of tolerance time of the process interbed at different options of the development parameters supposed in UKK minefield has been performed by the procedure of «Galurgia» OJSC. Based on comparison of the geological features of productive seams bedding of UKK minefield with south-eastern site of Berezniki 2 «Uralkali» PJSC, taken as a sample, an issue has been raised on feasibility of consideration of the interbed cap pillar with thickness less than 2.5–3.0 m as a bearing element of the development system. Actual schedules of subsidence growth and rates in eastern sites 13, 15, 17 of the eastern panels (VP) have been produced. According to the schedules the actual subsidence growth rates meet the load degrees of common interchamber pillar, without impact of the interbed as a bearing element of the development system. Due to that three options of geomechanical solution have been proposed by selection of the parameters of the development system in UKK minefield, excluding or minimizing the impact of «weak» interbed on stability of geomechanical system.

Key words: geomechanical system, process interbed, water-insoluble residue, rock aggregate strength, load degree, development system parameters.

AUTHOR

Terentyev V.B., Lead Engineer of Research Geomechanical Laboratory of «Galurgia» OJSC, Berezniki branch, 618400, Perm kraj, Berezniki, Russia, e-mail: terentyevvadim80@mail.ru.

REFERENCES

1. Terent'ev V.B., Tenison L.O. *Doklad Vserossiyskoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii 1–3 oktyabrya 2013 s mezhdunarodnym uchastiem «Geomekhanika v gornom dele»* (All-Russian Scientific-and-Technical Conference with International Participation on Ge-

omechanics in Mining, October 1–3, 2013), Ekaterinburg, IGD UrO RAN, 2014, 516 p.

2. *Rekomendatsii po raschetu ustoychivyykh proletoy ochistnykh vyrabotok na kaliynykh mestorozhdeniyakh* (Recommendations on estimation of sustainable spans of stopes in potash deposits), Leningrad, VNIIG, 1982.

3. *Ukazaniya po okhrane zdaniy, sooruzheniy i prirodnykh ob'ektov ot vrednogo vliyaniya podzemnykh gornyykh razrabotok i po okhrane rudnikov ot zatopeniya v usloviyakh VKMK. 4-e izd.* (Instructions for protection of buildings, structures and natural objects against unfavorable effect of underground mining workings and for mine protection against flooding in conditions of VKMK, 4th edition), Saint-Petersburg, VNIIG, 1983.

4. *Ukazaniya po zashchite rudnikov ot zatopeniya i okhrane podrabatyvayemykh ob'ektov v usloviyakh Verkhnekamskogo mestorozhdeniya kaliynykh soley* (Instructions for mine protection against flooding and protection of the undermined objects in conditions of Verkhnekamskoye potash salt deposit), Perm', GI UrO RAN, 2008.



ОТДЕЛЬНЫЕ СТАТЬИ ГОРНОГО ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОГО БЮЛЛЕТЕНЯ (СПЕЦИАЛЬНЫЙ ВЫПУСК)

ОТКРЫТЫЕ ГОРНЫЕ РАБОТЫ В XXI ВЕКЕ

Коллектив авторов

Представлены статьи, в которых раскрыты актуальные проблемы, имеющиеся при отработке месторождений полезных ископаемых открытым способом, предложены подходы и способы их решения. Приведены результаты деятельности по повышению безопасности и эффективности производства на предприятиях компаний «СУЭК», «СДС-Уголь», «АЛРОСА», «Востсибуголь», «Распадская угольная компания», «Кузбассразрезуголь», «Воркутауголь», «Богатырь Комир», новые разработки заводов-изготовителей и сервис-предприятий «Майнинг Солюшнс», Komatsu Mining Germany, «Corum Group», «ВИСТ Групп», ООО «ВМПАВТО», «БелАЗ», а также разработки НИИ, проектных организаций, вузов.

Ключевые слова: конкурентоспособность, безопасность, эффективность, предприятие, подразделение, участок, рабочее место, производственный процесс, управление, развитие, модель, организация, технология, структура, внутри-производственный резерв, риск, инцидент, опасная производственная ситуация, взрывание.

OPEN-CAST MINING IN THE XXI CENTURY

Team of authors

The collection includes papers in which revealed the actual problems existing in the development of mineral deposits by open method, proposed approaches and solutions. The results of efforts to improve the safety and efficiency of production at enterprises of the companies «SUEK», «SDS-Coal», «ALROSA», «Vostsibugol», «Raspadsкая coal company», «Kuzbassrazrezugol», «Vorkutaugol», «Bogatyr coal», new developments of manufacturers and service companies «mining solutions», Komatsu Mining Germany, «Corum Group», «VIST Group», LLC «VMPAUTO», «BelAZ», as well as the development of research institutes, design organizations, Universities.

Key words: competitiveness, safety, efficiency, enterprise, subdivision, land, workplace, production process, management, development, model, organization, technology, structure, internal reserve, risk, incident, hazardous production situation, equipment, repair, blasting.