

УДК 622.831

**В.В. Аникин, В.А. Асанов**

**ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ВЫЕМКИ ЗАБАЛАНСОВЫХ  
ЗАПАСОВ СИЛЬВИНИТОВЫХ ПЛАСТОВ КрIII и В  
НА КАЛИЙНЫХ РУДНИКАХ ВЕРХНЕКАМСКОГО  
МЕСТОРОЖДЕНИЯ СОЛЕЙ**

*Проанализированы горно-геологические и горнотехнические условия возможности трехпластовой выемки сильвинитовых пластов на шахтных полях ОАО «Уралкалий» с вовлечением в эксплуатацию пластов В и КрIII.*

*Ключевые слова: рудники, запасы, соляные породы, сильвинит, рабочие пласты.*

**В**ерхнекамское месторождение солей (ВКМС) расположено в пределах Пермского края на левом берегу р. Кама. Геологические запасы месторождения оцениваются по карналлитовым рудам в 96,4 млрд т, по сильвинитам — 113,2 млрд т, по каменной соли — 4650 млрд. т [1]. В настоящее время на месторождении ведется добыча сильвинитовых и карналлитовых руд подземным способом.

Продуктивная толща представлена пластами КрIII, КрII, КрI и АБ сильвинитового состава и пластом В сильвинитового или карналлитового состава. Особенностью ВКМС является наличие мощного надсолевого водоносного горизонта, поэтому при отработке запасов калийно-магниевых руд, учитывая их легкую растворимость, необходимо обеспечить сохранение сплошности пачки пород, расположенной между кровлей верхнего отработываемого пласта и почвой нижнего водоносного горизонта [2]. Указанная безводная и водонепроницаемая часть геологического разреза представляет собой водозащитную толщу (ВЗТ), обеспечивающую защиту рудников от затопления.

На всех рудниках ВКМС применяется камерная система разработки с поддержанием кровли на относительно жестких ленточных целиках, позволяющих сохранить сплошность ВЗТ. К основным параметрам камерной системы разработки, подлежащим определению, относятся: ширина очистных камер; ширина междукамерных и междуходовых целиков; вынимаемая мощность пластов и расчетная высота целиков; мощность междупластовых потолочин; степень заполнения камер закладкой и сроки выполнения закладочных работ [3].

Основными рабочими пластами являются пласты КрII, АБ и В, имеющие кондиционные значения мощности (не менее 2,0 м) и содержания полезного компонента (не менее 22 % для KCl и не менее 17 % — для MgCl<sub>2</sub>).

Рабочие пласты разделены межпластовой каменной солью. Внутри пластов также выделяются бедные слои, сложенные, в основном, каменной солью. В строении соляной толщи присутствуют различные геологические аномалии: зоны замещения, складки, зоны трещиноватости и т.д. Все указанные факторы в значитель-

ной степени усложняют отработку запасов продуктивных пластов. В ряде случаев возможна отработка только одного или двух пластов, что увеличивает потери до 40—60 %.

Мощность пласта КрI на большей части площади месторождения существенно меньше кондиционного значения, поэтому на современном этапе освоения месторождения при использовании добычным оборудованием данный пласт не отрабатывается.

Необходимо отметить, что для пластов КрIII и В характерно мозаичное распределение запасов по площади месторождения. Кроме того, между продуктивными слоями сильвинита пласта КрIII залегает пласт каменной соли мощностью до 1,0 м. Все это, в конечном итоге, затрудняет отработку, поэтому запасы пласта КрIII, а также на большинстве шахтных полей запасы пласта В отнесены к забалансовым.

В настоящее время на рудниках БКПРУ-2, БКПРУ-4 и СКПРУ-3 ОАО «Уралкалий» ведется отработка двух сильвинитовых пластов АБ и КрII. Рудник СКПРУ-1 ОАО «Уралкалий», кроме добычи сильвинита, на двух панелях ведет разработку карналлитового пласта В. На рудниках СКПРУ-2 и БКПРУ-4 ОАО «Уралкалий» была осуществлена на экспериментальных участках отработка трех сильвинитовых пластов В, АБ и КрII. Необходимо отметить, что согласно действующим на месторождении «Указаниям...» [3] допускается отработка не более трёх пластов, при этом трехпластовая выемка сближенных пластов возможна только при отсутствии аномальных зон в строении ВЗТ.

Многие рудники ведут отработку запасов в течение длительного периода. Кроме того, в последние годы отмечается значительное увеличение

объемов добычи. В этой связи достаточно остро встает проблема расширения рудной базы действующих предприятий.

Исследованиями ГИ УрО РАН установлено, что в пределах шахтных полей рудников ОАО «Уралкалий» имеются значительные запасы сильвинитовой руды (десятки миллионов тонн) в пластах В и КрIII, которые характеризуются кондиционной мощностью и содержанием КСI, близким к промышленным значениям (не менее 15 %).

С целью оценки возможности вовлечения в отработку запасов пластов В и КрIII для рудников БКПРУ-2 и БКПРУ-4 ОАО «Уралкалий» выполнен анализ горно-геологических и горнотехнических условий с позиции обеспечения безопасности подработки водозащитной толщи.

Так как нормативные документы [3] допускают ведение очистных работ не более чем на трёх пластах, то при анализе схем отработки рассмотрены два основных варианта совместной выемки сильвинитовых пластов:

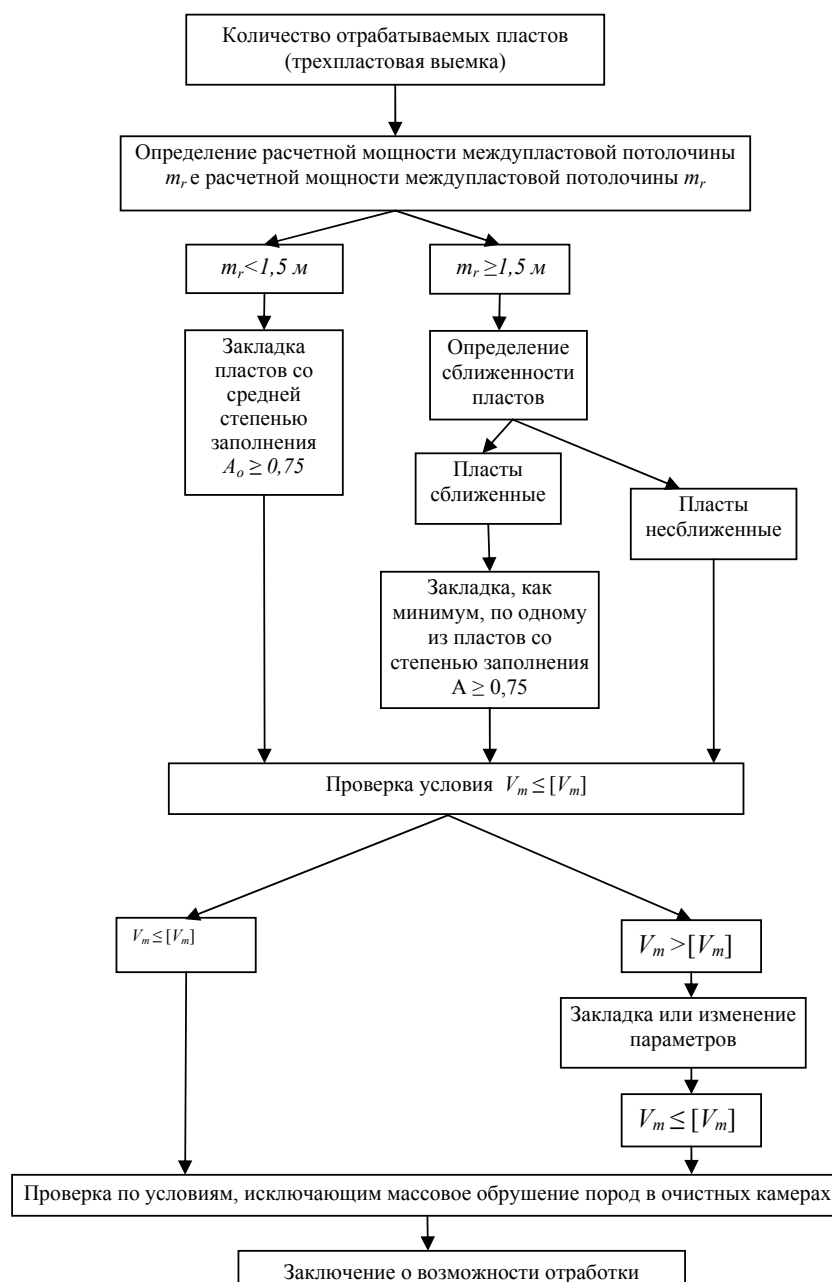
- В, АБ и КрII;
- АБ, КрII и КрIII.

В качестве основных факторов, определяющих безопасные условия подработки ВЗТ, рассматривались [2, 3, 4]:

- 1) расчетная мощность междупластовой потолчины;
- 2) сближенность пластов;
- 3) допустимые прогибы слоев ВЗТ;
- 4) условия, исключают массовое обрушение пород в очистных камерах.

На рис. 1 показана принципиальная схема анализа безопасности подработки ВЗТ при совместной выемке трех пластов при отсутствии аномальных зон в водозащитной толще.

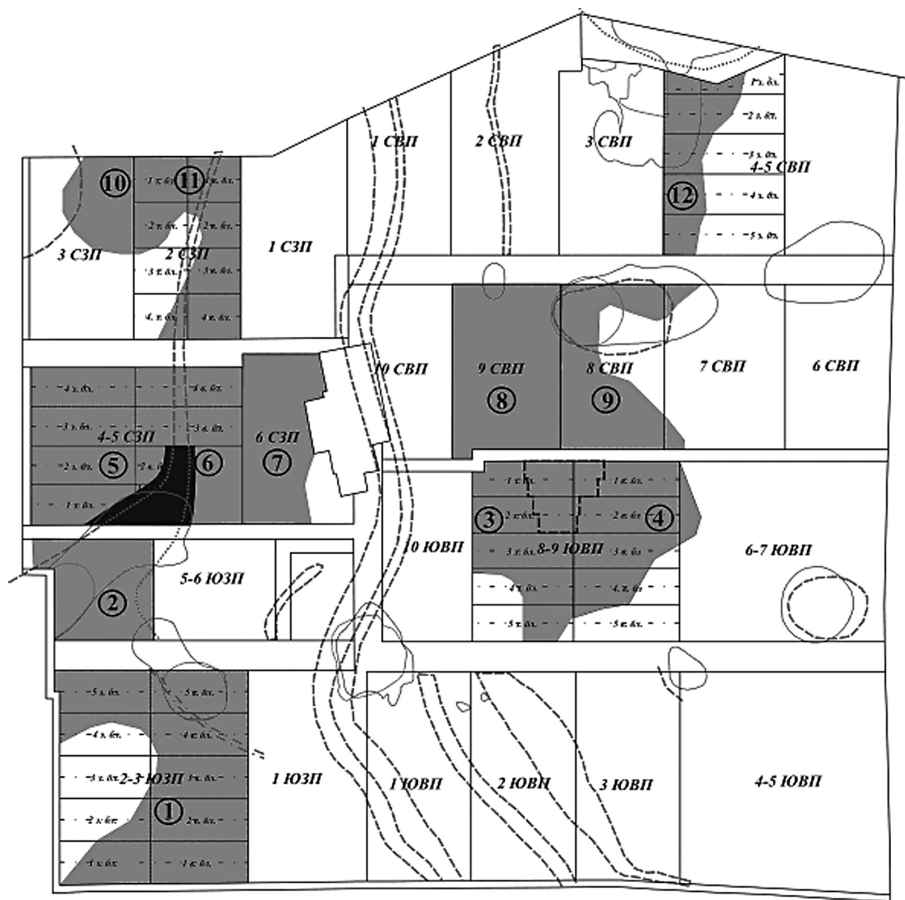
Проведение анализа условно можно разбить на три основных этапа.












**Рис. 1. Схема определения безопасных условий подработки ВЗТ при трехпластовой выемке в «нормальных» условиях**

На первом этапе определялась величина расчетной мощности междупластовой потолочины ( $m_r$ ) для обрабатываемых пластов, которая пред-

ставляет собой среднее значение мощности междупластья без величины приращения высоты целиков и среднего значения мощности нарушенных



Условные обозначения:

- |   |  |   |   |
|---|--|---|---|
|  | Участки с содержанием КСИ > 15 %           |  | Граница аномальной зоны в строении ВЗТ первой группы    |
|  | Номер подсчетного блока                    |  | Граница аномальной зоны в строении ВЗТ третьей группы   |
|  | Граница панелей                            |  | Граница аномальной зоны в строении ВЗТ четвертой группы |
|  | Граница отработки пласта АБ в 2009-2010 гг |  | Граница зоны замещения по пласту АБ                     |
|   |  |  | Граница зоны замещения по пласту КрII                   |

**Рис. 2. Выкопировка из плана горных работ шахтного поля рудника БКПРУ-4**

пород в верхней части потолочины, и производилось ее сравнение с допустимым значением  $[m_r] = 1,5$  м [3]. При величине расчетной мощности междупластовой потолочины меньше допустимого значения необходимо про-

ведение закладки обрабатываемых пластов со средней степенью заполнения не менее 0,7 ( $A_o \geq 0,75$ ) [3].

Если расчетная мощность междупластовой потолочины  $m_r \geq 1,5$  м, то свиту обрабатываемых пластов необ-

ходимо проверить на «сближенность», которая определяется на основе сравнения мощности междупластья с допустимым значением, определяемым с учетом максимальной ширины камер на верхнем и нижнем пластах и степени нагружения междукамерных целиков [2].

Согласно требованиям «Указаний...» [3] трехпластовая отработка сближенных пластов должна сопровождаться обязательной закладкой очистных камер со степенью заполнения  $A \geq 0,75$ , как минимум, по одному из пластов. Кроме того, при наличии сближенных пластов используется нисходящий порядок отработки с соосным расположением очистных камер и с опережением фронта очистных работ по верхнему пласту не менее 50 м.

На втором этапе анализа (см. рис. 1) производилось сравнение допустимых ( $V_m$ ) и расчетных прогибов ( $V_m$ ) ВЗТ. Если расчетные прогибы превышают допустимые значения, то необходимо применение дополнительных мер охраны ВЗТ (внесение закладки или увеличение степени заполнения камер и (или) увеличение ширины междукамерных целиков), снижение вынимаемой мощности пластов.

На третьем этапе, согласно требованиям [4], выполнялась проверка параметров отработки по условиям, исключающим возможность массового обрушения пород в очистных камерах.

При невыполнении условий, исключающих массовое обрушение пород, необходимо применение дополнительных мер охраны в виде корректировки параметров отработки (внесение или увеличение степени закладки камер и (или) увеличение ширины междукамерных целиков).

Следует отметить, что с учетом требований для сближенных пластов [3] отработка верхнего пласта В является опережающей по отношению к нижележащим пластам АБ и КрII. Следовательно, при совместной выемке пласт В может быть отработан только на тех участках шахтного поля, где очистные работы на нижележащих пластах не проводились.

Выемка пласта КрIII (самого нижнего в свите), в отличие от пласта В, возможна не только при одновременной трехпластовой отработке, но также на тех участках шахтного поля, где очистные работы были проведены значительно раньше на одном (АБ) или двух (АБ и КрII) рабочих пластах.

При отработанном пласте АБ, в зависимости от величины расчетной мощности междупластовой потолочины КрII-КрIII, возможны два варианта выемки пласта КрIII.

Если величина расчетной мощности междупластовой потолочины КрII-КрIII не менее 1,5 м, то параметры выемки для пластов КрII и КрIII определяются отдельно [3] и отработка пласта КрIII возможна лишь в том случае, если расчетная степень нагружения междукамерных целиков, ширина которых будет ограничена размерами соосных с ними целиков на пластах АБ и КрII, не превысит допустимое значение  $[C] = 0,4$ .

В случае, когда значение расчетной мощности междупластовой потолочины КрII-КрIII менее 1,5 м, параметры выемки для пластов КрII и КрIII определяются как для одного пласта КрII+КрIII [3], при этом отработка пласта КрIII возможна лишь в том случае, если расчетная степень нагружения междукамерных целиков на пласте КрII+КрIII, ширина которых будет ограничена размерами соосных с ни-

ми целиков на пласте АБ, не превышает допустимое значение  $[C] = 0,4$ .

Возможность выемки пласта КрIII на участках шахтного поля, где раньше были отработаны два пласта АБ и КрII, определяется мощностью междупластья КрII-КрIII. Отработка пласта КрIII возможна лишь при расчетной мощности междупластовой потолчины КрII-КрIII не менее 1,5 м.

Расчеты, выполненные по действующим методикам [3, 4] показали, что на шахтных полях рудников БКПРУ-2 и БКПРУ-4 совместное извлечение трех сильвинитовых пластов принципиально возможно.

На рис. 2 в качестве примера дано расположение кондиционных блоков сильвинитового пласта В на шахтном поле рудника БКПРУ-4, которые могут быть вовлечены в отработку совместно с основными рабочими пла-

стами АБ и КрII. В пределах совмещенной 4-5 СЗП на рис. 2 более темным цветом выделен участок, не подлежащий отработке из-за наличия аномальной зоны первой группы в строении ВЗТ.

Таким образом, выполненные исследования доказывают принципиальную возможность вовлечения в эксплуатацию запасов пластов КрIII и В. Это позволит дополнительно извлечь не менее 90 млн. т сильвинитовой руды. При проектировании трехпластовой выемки параметры ведения очистных работ должны определяться с учетом всего комплекса горно-геологических и горнотехнических условий при соблюдении требований руководящих документов, а также с использованием результатов научных разработок по безопасной подработке ВЗТ.

---

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кудряшов А.И. Верхнекамское месторождение солей. — Пермь, ГИ УрО РАН, 2001. — 429 с.

2. Барях А.А. Геомеханические аспекты защиты калийных рудников от затопления / Барях А.А. // Изв. вузов. Горн. журн. — 1995. — №6. — С. 185-192.

3. Указания по защите рудников от затопления и охране подрабатываемых объектов

в условиях Верхнекамского месторождения калийных солей (технологический регламент). — СПб., ВНИИГ, 2008.

4. Методические рекомендации к «Указаниям по защите рудников от затопления и охране подрабатываемых объектов в условиях Верхнекамского месторождения калийных солей». — СПб.: ВНИИГ, 2008.

■/■/■

---

#### КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Аникин В.В. — кандидат технических наук, научный сотрудник, anikin@mi-perm.ru,  
Асанов В.А. — доктор технических наук, профессор, заведующий лаборатория,  
Горный институт УрО РАН, ava@mi-perm.ru

