

УДК 622.363.2

**Н.А. Литвиновская**

## **ПРОГНОЗ И ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ ГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ ИЗ ПОЧВЫ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК В УСЛОВИЯХ ПОДРАБОТКИ СИЛЬВИНИТОВОГО ПЛАСТА**

*Приведены данные исследования газоносности и газодинамических характеристик. Рассмотрены условия формирования зон, опасных по газодинамическим явлениям. Дан прогноз зон, опасных по газодинамическим явлениям из почвы подготовительных горных выработок и предложены варианты предотвращения этих газодинамических явлений.*

*Ключевые слова: I калийный горизонт, газоносность, газодинамические характеристики, зона, опасная по газодинамическим явлениям, краевая часть мульды сдвижения, дегазационные шпуры.*

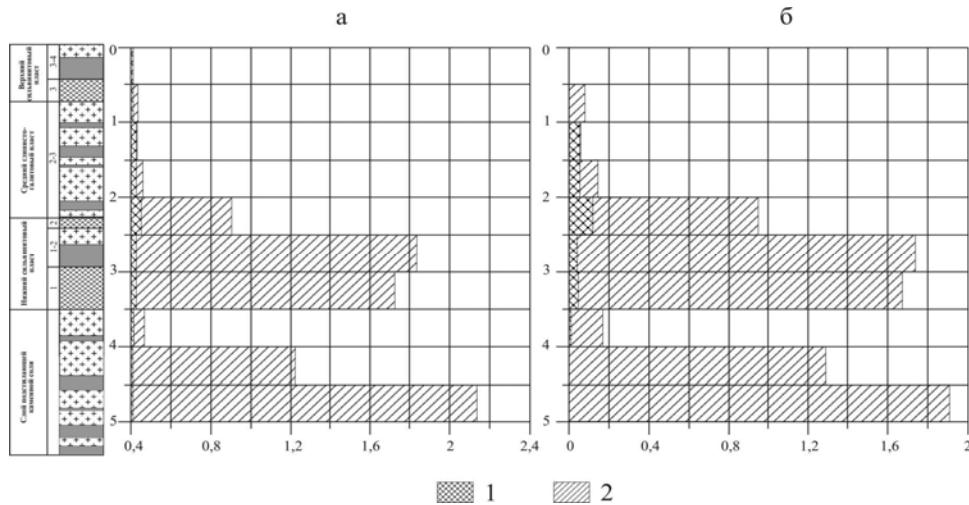
**Семинар № 16**

**С** истощением запасов II и III калийных горизонтов на 1 РУ РУП «ПО «Беларуськалий» было принято решение ввести в эксплуатации I калийный горизонт, запасы которого считались забалансовыми. Уникальность горнотехнической ситуации на этом горизонте состоит в том, что он на всей площади распространения подработан очистными горными работами на нижерасположенных II и III калийных горизонтах. С начала ведения горных работ на I калийном горизонте произошло более 5 газодинамических явлений в виде внезапных разрушений пород почвы горных выработок, сопровождающихся газовыделениями, результатами которых стали травмы горнорабочих, серьезные повреждения дорогостоящих проходческих комбайнов и длительные остановки работ по подготовке выемочных столбов к отработке. Кроме того, регулярно фиксируются газовыделения из пород почвы подготовительных выработок, что приводит к остановкам работ. Возникла необходимость подробного рассмотрения

и скорейшего решения этой проблемы, а для этого потребовалось изучение газоносности пород почвы I калийного горизонта.

Исследования газоносности и газодинамических характеристик пород I калийного горизонта проводились на всем шахтном поле рудника. Всего было пробурено более 80 шпуров и сделано более 500 замеров газоносности и начальной скорости газовыделения.

По горнотехническим условиям подработка участки проведения исследований можно условно разделить на две зоны: Зона I - участки не подверженные влиянию краевой части мульды сдвижения, то есть участки, подработанные камерной системой с «жесткими» целиками на II калийном горизонте, либо расположенные над неотработанными зонами замещения на II калийном горизонте; и на зону II - краевая часть мульды сдвижения, образавшейся на уровне I калийного горизонта при переходе от одной системы разработки к другой, либо при оставлении на II калийном горизонте неотработанных участков (рис. 1).



**Рис. 1. Графики распределения газоносности (а) и начальной скорости газовыделения (б) в породах почвы I калийного горизонта: 1 - Зона I; 2 - Зона II**

Исследования показали, что газоносность на этих участках может отличаться в 2,5 и более раз, а начальная скорость газовыделения в 10 раз. Проверка нулевой гипотезы по критерию Фишера показала, что как значения газоносности, так и значения начальной скорости газовыделения характеризуют зоны I калийного горизонта с существенно различными показателями и этот факт не связан со случайным колебанием значений в выборках.

В настоящее время известно, что деформирование пород I калийного горизонта, подработанного нижележащими Вторым и Третьим калийными пластами, длится многие годы, и всякая остановка границы выработанного пространства оказывается источником возникновения по обе стороны от нее краевой части мульды сдвижения. В краевых частях мульд сдвижения породы I калийного горизонта будут подвергаться максимальной геомеханической деструкции, следовательно, фильтрационные и коллекторские свойства пород I ка-

лийного горизонта в этих зонах будут играть весьма важную роль с точки зрения возможности развития газодинамических явлений. На этих участках I калийного горизонта возможно появление газодинамических аномалий, т.е. участков, отличающихся степенью нарушенности пород, их газоносностью и газодинамическими характеристиками.

Таким образом, теоретические представления о закономерностях деформирования пород I калийного горизонта при его подработке нижележащими Вторым и Третьим калийными пластами и результаты экспериментальных исследований газоносности и газодинамических характеристик в различных горнотехнических условиях позволяют при данном уровне наших знаний считать зонами геомеханической деструкции и, следовательно, опасными по скоплениям свободного газа и газодинамическим явлениям, краевые части мульд сдвижения.

При этом в области влияния движущегося фронта очистных работ

разрабатываемого в первую очередь и оказывающего наибольшее влияние Второго пласта в зависимости от характера деформирования и перераспределения горного давления формировались следующие характерные зоны: не подверженная влиянию горных работ; повышенного горного давления; разгрузки; восстановленного геостатического давления. Каждый участок подрабатываемого I калийного горизонта при движении фронта очистных работ на Втором калийном пласте последовательно оказывался в каждой зоне, что сопровождалось многократным изменением вида их напряженного состояния.

Особый интерес с точки зрения нарушения структуры пород представляет деформирование I калийного горизонта при его нахождении в зоне изгиба, включающей в себя часть зон повышенного горного давления и разгрузки. В пределах этой зоны протекают активные стадии процессов сдвижения, деформирования массива и перераспределения горного давления. При этом могут образовываться самые различные сочетания главных напряжений, вплоть до появления растягивающих усилий. Кроме того, эта зона характеризуется и ростом касательных напряжений. В зоне изгиба создаются условия для увеличения трещиноватости и образования расслоений подрабатываемого I калийного горизонта в результате сдвига и растяжения по плоскостям природных неоднородностей и вновь образовавшейся трещиноватости.

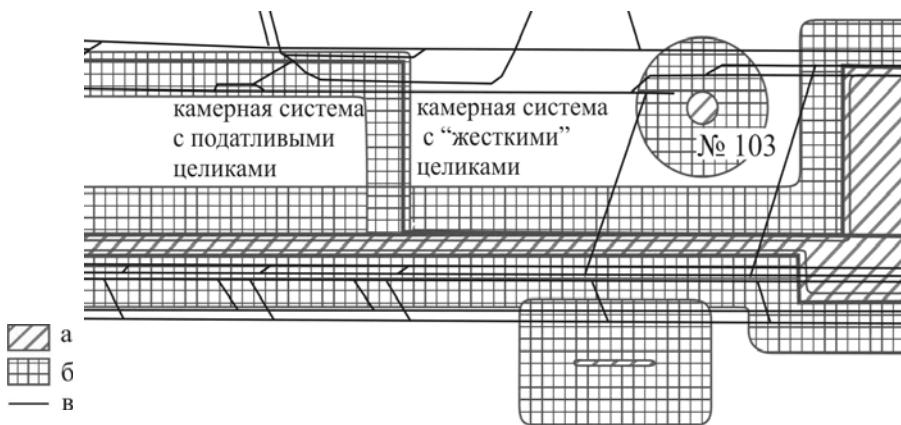
Именно эта зона характерна для краевой части мульды сдвижения. При этом во время непосредственного ведения горных работ на втором горизонте в подработанном массиве формируются новые системы микротрешин, а уже в результате длительного пребывания I калийного

горизонта в зоне изгиба, формируются области расслоения пород по глинистым прослойкам и слоям. На этих участках I калийного горизонта наиболее вероятно появление газодинамических аномалий, т.е. очагов возможных газодинамических явлений.

Методом математического моделирование напряженно-деформированного состояния соляного массива на I калийном горизонте, подработанном II калийным горизонтом, устанавливались границы зон деструкции. Моделирование проводилось методом граничных элементов, влияние подработки учитывалось заданием конвергенции кровли и почвы выработанного пространства.

Моделирование было проведено для всех вариантов границ. В результате было установлено, что зона пригрузки во всех случаях начинается на расстоянии 5-10 м от границ в сторону массива, а область возможных разрушений распространяется на расстояние: до 70-80 м – для границы массив-податливые целики и массив-столбовая система разработки; до 60-70 м – для границы массив-жесткие целики; до 40-50 м – для границы жесткие-податливые целики.

Наиболее типичными ситуациями для формирования зон, опасных по ГДЯ из почвы подготовительных выработок для I калийного горизонта являются зоны геомеханической деструкции пород I калийного горизонта на границе перехода от камерной системы разработки с «жесткими» целиками к камерной системе разработки с податливыми целиками на II калийном горизонте, зоны геомеханической деструкции пород I калийного горизонта на границе камерной системы разработки с предохранительными оклонштрековыми целиками, зоны геомеханической деструкции пород I калийного горизонта на границе



**Рис.2. Карта прогноза зон, опасных по газодинамическим явлениям для участка лавы №2:** а - целики и неотработанные участки, оставленные на II калийном горизонте; б - зоны геомеханической диструкции, образовавшиеся на уровне I калийного горизонта; в - выработки I калийного горизонта

камерной системы разработки с зоной замещения II калийного горизонта каменной солью, зоны геомеханической деструкции пород I калийного горизонта образовавшиеся от оставления на II калийном пласте околоскважинных предохранительных целиков.

Критерий для построения границ газонасыщенных зон в породах I калийного горизонта принимались из условий формирования областей возможного разрушения глинистых прослойков.

Размер газонасыщенной зоны в пределах краевой части мульды сдвижения пород на уровне I калийного горизонта при его подработке  $L_r$  определяется по формуле:

$$L_r = h (\operatorname{ctg} \delta_0 + \operatorname{ctg} \delta_{\text{рассл}}),$$

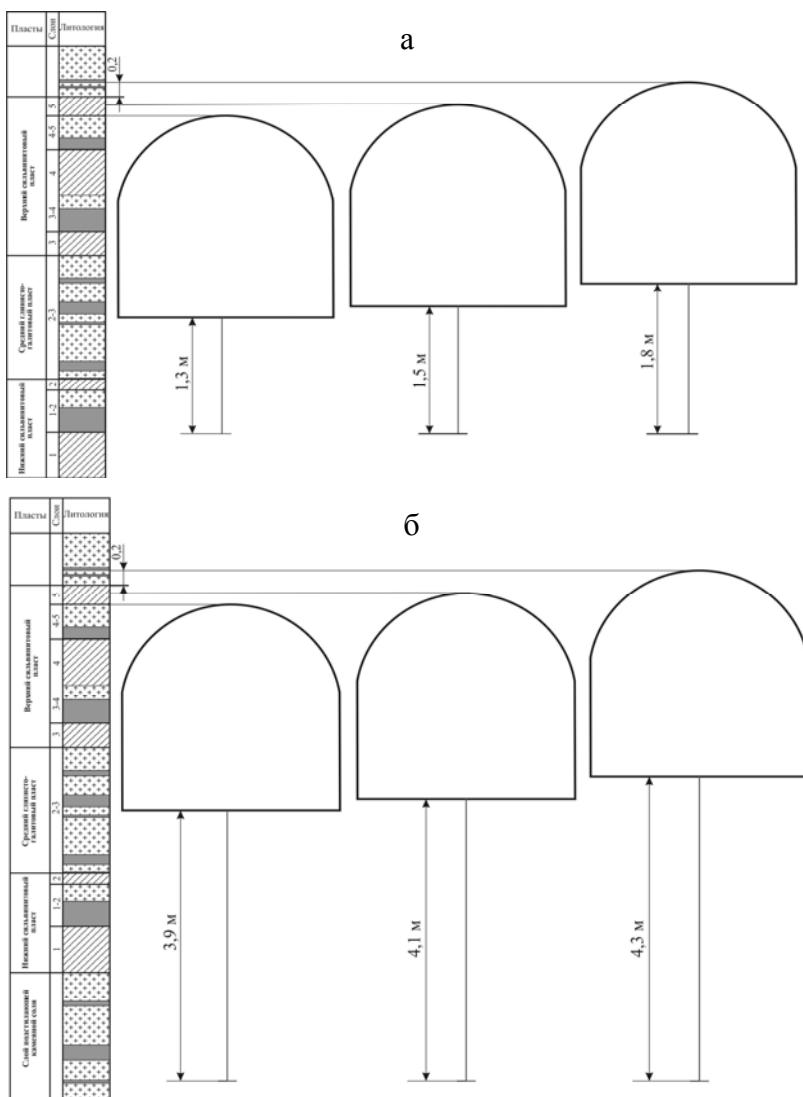
где  $h$  - расстояние между I калийным горизонтом и II калийным горизонтом, м;  $\delta_0$  - угол, разделяющую область пригрузки от области разгрузки, отсчитываемый со стороны массива или со стороны жестких целиков в случае границы жесткие-податливые целики, градус (для различных вариантов границ этот угол остается постоянным и равен  $80^\circ$ );  $\delta_{\text{рассл}}$  - угол, ограничиваю-

щий области возможного разрушения и расслоения глинистых прослоев  $\delta_{\text{рассл}}$ , градус ( $\delta_{\text{рассл}}=40^\circ$  для границ массив-податливые целики и массив-столбовая система;  $\delta_{\text{рассл}}=45^\circ$  для границы массив-жесткие целики;  $\delta_{\text{рассл}}=50^\circ$  для границы жесткие-податливые целики).

В соответствии с этим критерием построены карты прогноза зон, опасных по газодинамическим явлениям из почвы подготовительных горных выработок (рис. 2). Карты строились для всего шахтного поля.

Анализ горнотехнической ситуации показывает, что значительный объем горных выработок будет приходиться на газонасыщенные зоны I калийного горизонта.

В качестве способа предотвращения газодинамических явлений из почвы при проходке подготовительных выработок на I калийном горизонте необходимо осуществлять бурение дегазационных шпурков. В разных условиях необходимо проводить мелкошпуровое, глубокое профилактическое бурение либо заблаговременную дегазацию пород почвы.



**Рис.3. Параметры бурения дегазационных шпуров:** а - мелкошпуровое профилактическое бурение; б - глубокое профилактического бурения.

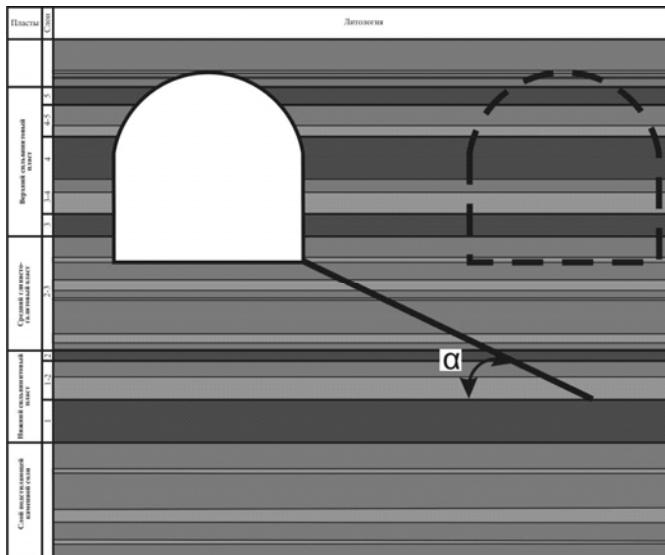
Бурение дегазационных шпуров позволит снизить давление при контакtnых свободных газов в породах почвы горных выработок и тем самым предотвратит их разрушение.

Если пролет выработки не превышает 4,5 м, то целесообразно применять мелкошпуровое профилактическое бурение (рис. 3, а). Расстояние

между шпурами, шаг бурения, не должно превышать 2,5 м.

Глубина шпуров выбирается такой, что бы обеспечить перебуривание глинистого прослойка 1-2 в нижнем сильвинитовом пласте.

В местах, где ширина горных выработок составляет 4,5 м и более в почве выработок следует производить



**Рис. 4. Заблаговременная дегазация почвы**

бурение глубоких дегазационных шпуров с шагом не более 5,0 м (рис. 3, б). Глубина шпуров выбирается такой, что бы обеспечить вскрытие 3 глинистого прослойка в слое подстилающей каменной соли.

Так же глубокое профилактическое бурение необходимо проводить в местах расширения выработки.

Бурение следует проводить до расширения, со стороны, где оно будет проводиться. Там, где выработки проходят параллельно друг другу, оборудование, имеющееся на руднике позволяет проводить заблаговременную дегазацию пород почвы (рис. 4).

Осуществлять заблаговременную дегазацию почвы предполагается из ранее пройденной выработки, либо в процессе проходки выработки. В угол, проводимой выработки, под контур будущей выработки бурятся шпуры под углом а. Необходимо обеспечить перебуривание глинистого прослойка в 1-2 глинисто-галитовом слое нижнего сильвинитового пласта. Угол а и длина шпуров зависят от расположения выработок относительно друг друга и привязки кровли выработок, и составят в среднем 30° и 5 м. **ГЛАБ**

### Коротко об авторе

Литвиновская Н.А. - младший научный сотрудник ГИ УрО РАН, aqua@mi-perm.ru



### ДИССЕРТАЦИИ

#### ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ

Автор	Название работы	Специальность	Ученая степень
<b>САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ им. Г.В. ПЛЕХАНОВА</b>			
НИКОЛАЕВА Надежда Валерьевна	Интенсификация процесса самоизмельчения алмазосодержащих руд (на примере трубы «Комсомольская»)	25.00.13	к.т.н.