

ность и долговечность конструкций.

В целом универсальные геотехнологии, которые могут эффективно применяться на различных этапах организационного цикла шахты с учетом специфики отдельных стадий и меняющихся условий должны стать основой новой концепции освоения подземного пространства.

#### Литература

1. Плешко М.С. О взаимном влиянии факторов, определяющих эффективность строительства и эксплуатации вертикального ствола // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2012. – № 8. – С. 53 - 56.
2. Масленников С.А. Обоснование рациональных параметров комбинированной чугунно-бетонной крепи вертикальных стволов // Горный информационно-аналитический бюллетень – 2009. – № 4. – С. – 210 - 214.
3. Боршевский С.В., Прокопов А.Ю. Технологические модели сооружения вертикальных стволов и область их применения // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2008. – № 3. – С. 287 - 294.
4. Сальников В.С., Копылов А.Б., Коновалов О.В., Шейнкман Л.Э. Факторы, влияющие на безопасность повторного использования горных выработок // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. – 2010. – № 1. – С. 170 - 174.
5. Насонов А.А. Оценка влияния параметров охранных конструкций на устойчивость пород бермовой части повторно используемых выработок // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Технические науки. – 2009. – № 1. – С. 114 - 115.

УДК 622.258: 622.4

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ГАЗОВЫДЕЛЕНИЯ ИЗ ДРЕНАЖНЫХ РАССОЛОВ ПРИ ПРОХОДКЕ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТВОЛОВ В УСЛОВИЯХ РУДНИКОВ «АЙХАЛ» И «УДАЧНЫЙ»**

**<sup>1</sup>Прокопов А.Ю., <sup>2</sup>Прокопова М.В., <sup>3</sup>Склепчук В.Л.**

*<sup>1</sup>Ростовский государственный строительный университет, <sup>2</sup>Шахтинский институт (филиал) Южно-Российского государственного политехнического университета им. М.И. Платова, <sup>3</sup>ОАО «Ростовшахтстрой»*

*Приведены результаты исследований динамики выделения углеводородных газов (УВГ) из подземных высокоминерализованных вод при проходке выработок рудников в Республике Саха (Якутия). Исследовано влияние водопритока и параметров водоотлива на концентрацию взрывоопасных газов в призабойном пространстве вертикального ствола.*

Одним из источников газовой выделении при проходке стволов являются газонасыщенные подземные воды, поступающие в ствол из водоносных горизонтов и оказывающие влияние на суммарное газовыделение.

В условиях подземных рудников «Айхал», «Удачный» и др. подземные воды высокой минерализации (рассолы) имеют в своем составе растворенные углеводородные газы (УВГ).

Для вентиляционного вспомогательного ствола рудника «Удачный» в интервале глубин 620 - 850 м по данным скважины КСС-1 характерны водопритоки рассолов в пределах 1,166 – 1,435 м<sup>3</sup>/ч (без учета эффективности тампонажа по кусту геологоразведочных скважин 25,26 – 32,4 м<sup>3</sup>/ч), а содержание газов, растворенных в рассолах, находится в пределах 0,3 – 0,4 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>, при этом содержание УВГ в общей сумме газов, находится в пределах от 82,01 до 94,5 % (метан 78,1 – 89,63 %, гомологи – 3,91 – 4,78 %) [1].

По данным авторов [2] на наиболее опасных участках газонасыщенность рассолов достигает 1,0 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup> с долей метана 75 – 85 %, концентрация тяжелых УВГ возрастает до 1,9 – 10 %, азота 2 – 10 %; углекислого газа – не более 2,8 %, водорода 0,1 – 1,2 %, гелия 0,2 %.

Характеристики рассолов различных водоносных горизонтов, пересекаемых клетевым стволом рудника «Айхал», близки к вышеприведенным для рудника «Удачный» (табл. 1).

Таблица 1- Характеристика подземных газосодержащих рассолов рудника «Айхал» АК «Алроса» [3]

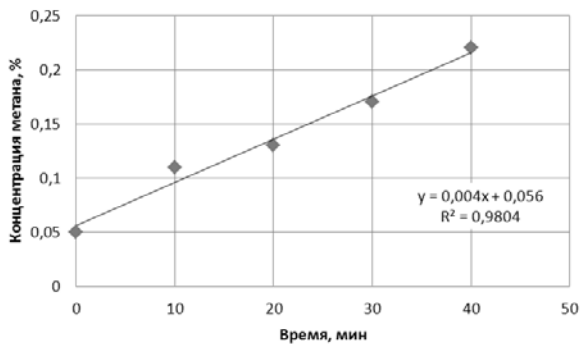
Глубина, м	Коэф. фильтрации, м/сут.	Водоприток, м <sup>3</sup> /ч	Газоносность, м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup>	Крепость пород	Содержание газов в рассоле, %					
					CH <sub>4</sub>	тяжелые УВГ	H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	He
382	0,002	0,8-0,9	0,43	3,6	85,45	2,55	0,21	11,63	0,05	0,12
455	0,02	1,1-1,15	0,21	3,6	81,18	3,55	0,54	14,34	0,23	0,17
506	0,002	1,25-1,4	0,20	3,0	57,22	0,0	0,3	41,2	1,27	0,1
570	0,007	1,7-1,9	0,18	3,5	77,01	2,69	0,22	19,19	0,83	0,07

Экспериментальное изучение динамики увеличения концентрации углеводородных газов за счет дегазации дренажных рассолов проводилась в забое наклонного съезда подземного рудника «Удачный» [2].

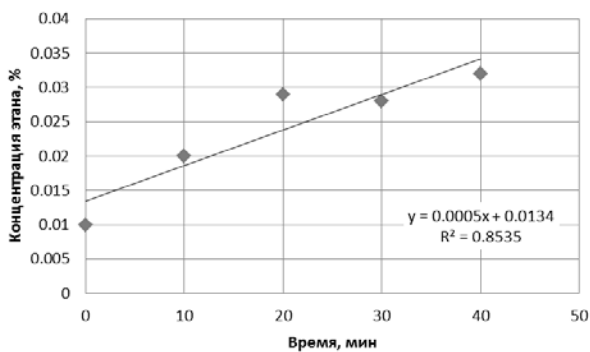
Пробы отбирались на участке, где горная выработка пересекала слабоводоносный интервал, который находится на значительном удалении от кимберлитовой трубки и высокопроницаемых зон, а водоприток в забой составлял около 2 м<sup>3</sup>/ч. Отбор воздушных проб выполнялся равномерно через 10 минут при отключенной вентиляции.

Данные опробования показали, что при незначительном притоке рассолов превышение нормируемых показателей (по сумме УВГ-газов) в воздушной смеси наступает только через 30 минут после выключения проветривания (рис. 1, а – в).

а)



б)



в)

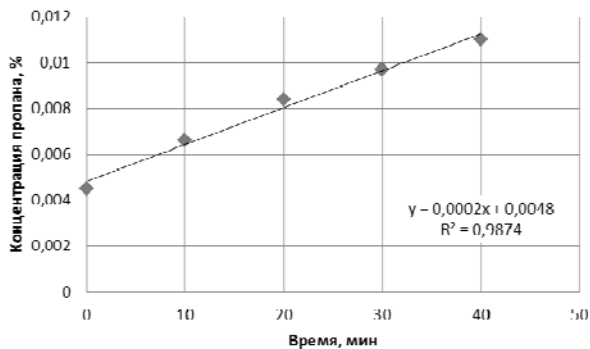


Рис. 1. Динамика увеличения концентрации УВГ за счет газовыделения из дренажных рассолов при остановке проветривания в забое наклонного съезда:  
а – метана; б – этана; в – пропана

Качественный анализ выполненных исследований показывает, что с высокой теснотой корреляционной связи ( $R^2 = 0,85 - 0,98$ ), увеличение концентрации всех исследуемых УВГ происходит линейно с течением времени. Это свидетельствует о равномерности газовыделения из рассолов и равномерным водопритоком в забой выработки.

Количественный анализ динамики газовыделения из рассолов в условиях рудника «Удачный» позволяет сделать вывод о незначительном влиянии газовыделения из рассолов на суммарную концентрацию УВГ в призабойном пространстве. Доля УВГ, выделяющихся из рассолов, не превышает 2,5-4% (в зависимости от величины заходки и диаметра ствола) от общего газовыделения в ствол, поэтому эти газы в условиях проходки стволов рудника «Удачный» не могут оказывать решающего влияния на возникновение взрывоопасной концентрации УВГ в стволе.

Исследуем зависимость газовыделения из рассолов в призабойную часть ствола с течением времени в зависимости от водопритока в ствол и параметров водоотлива (рис. 2).

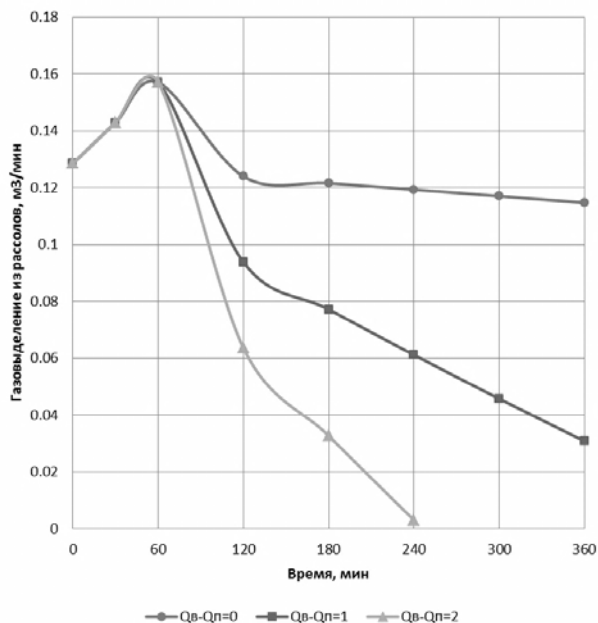


Рис. 2. Влияние производительности водоотлива на динамику газовыделения из рассолов в ствол

В качестве начала отсчета времени примем момент взрыва пород в забое ствола диаметром в проходке  $D_{\text{пр}}$ . К этому моменту забой вследствие отключения водоотлива будет подтоплен на высоту  $h$ , поэтому в момент  $t = 0$ , объем рассолов в забое ствола равен

$$V_{\text{рас}}(0) = \frac{\pi D_{\text{пр}}^2}{4} h.$$

В момент окончания взрыва  $t_{\text{взр}}$  высвобождаются рассолы, находящиеся в пустотах пород в пределах взрываемой заходки  $l_{\text{зах}}$ , объем которых можно оценить исходя из пористости пород  $W_{\text{п}}$  и параметров ствола:

$$V_{\text{рас}}(t_{\text{взр}}) = \frac{\pi D_{\text{пр}}^2}{4} l_{\text{зах}} W_{\text{п}}.$$

До начала погрузки породы в забое ствола (до начала работы бадьевого водоотлива) вследствие естественного водопритока  $Q_{\text{п}}$ , м<sup>3</sup>/ч, происходит постепенное увеличение объема рассолов в забое, что приводит к некоторому увеличению газовыделения в ствол. Технологически этот период может длиться до 30-60 мин., а в случае увеличения продолжительности проветривания из-за возгораний нефти и битума до 120 мин. и более [4, 5].

После начала погрузки породы, одновременно осуществляется водоотлив, производительность которого  $Q_{\text{в}}$ , м<sup>3</sup>/ч, должна быть выше водопритока в ствол  $Q_{\text{п}}$ .

Как следует из графиков (рис. 2), на динамику газовыделения в ствол из газосодержащих рассолов, оказывает влияние величина  $\Delta Q = Q_{\text{в}} - Q_{\text{п}}$ , определяющая количество рассолов в забое ствола в каждый период времени.

При  $Q_{\text{в}} = Q_{\text{п}}$  (верхняя кривая на рис. 2) объем рассолов в забое остается примерно одинаковым в течение всего времени погрузки и постепенное уменьшение газовыделения происходит только вследствие естественного снижения газонасыщенности рассолов.

При  $Q_{\text{в}} > Q_{\text{п}}$  снижение газовыделения происходит более интенсивно вследствие удаления части растворенных газов на поверхность средствами бадьевого водоотлива.

Однако, в условиях рудников «Удачный» и «Айхал», газовыделение из рассолов не является определяющим в возникновении взрывоопасных концентраций УВГ и развитии их воспламенений и взрывов.

#### Литература

1. Отчет о научно-технической работе «Комплекс работ по определению горючих и взрывчатых газов, выделяющихся при проходке вентиляционного вспомогатель-

- ного ствола рудника Удачный, установлению источников их выделения и разработке мер по предупреждению вспышек (воспламенений) и профилактике негативного влияния на здоровье работников». – Кемерово: ФГУП НЦ ВостНИИ, 2006. – 31 с.
2. Седури́н Н.М., Дроздов А.В. Проблемы строительства подземного рудника «Удачный»// Горный информационно-аналитический бюллетень. – М.: МГУ, 2011. – №6. – С. 25 – 33.
3. АК «Алроса». Рудник «Айхал». Проходка вертикального клетового ствола. – Шахтспецпроект. – Чертеж 3024 – ГК. – 2003.
4. Прокопов А.Ю., Склепчук В.Л. Обоснование технологических параметров вертикальных стволов, проходимых в условиях нефтегазопроявлений// Записки горного института. Т. 199. Современные проблемы геомеханики, геотехнологии и маркшейдерского дела. – СПб. – 2012. – С. 90 – 94.
5. Прокопов А.Ю., Масленников С.А., Склепчук В.Л. О структуре затрат времени при сооружении скипового ствола подземного рудника «Мир» на участке нефтегазопроявлений// Збірник наукових праць НГУ № 34, Том 1 – Дніпропетровськ: РВК НГУ, 2010. – С. 75 – 81.

УДК622.243

## **АДАПТАЦИЯ В ГОРНОМ ДЕЛЕ**

**Рахимбеков С.М.**

*Казахский Национальный Технический Университет им.К.И.Сатпаева, г.Алматы, Республика Казахстан*

*В статье предпринята попытка детализировать и расширить понятие «адаптация», определить механизмы её формирования и изменения (динамики), а также поднять вопросы по её методологии анализа и идентификации, а также формальному описанию.*

Горное производство отличается большим количеством элементов и связей между подсистемами, высокой степенью динамичности, наличием нефункциональных связей между элементами, воздействием различных по своему характеру помех. И самое главное процессы, проистекающие в его подсистемах, особенно природно-технического и экономико-социального содержания плохо формализуемы.

Лица, принимающие решения (ЛПР) живут и действуют в объективно существующем реальном, природном мире. Но все свои решения они принимают в соответствии со своими представлениями об этом мире, которые формируются на основании личного опыта, опыта других специалистов. Понятно, что этот опыт приобретается в процессе их деятельности путем воздействия на соответствующие объекты и изучения, исследования результатов воздействия. Природно-технические объекты, о которых необходимо создать представление и наработать опыт, в силу их специфики, а именно, трудоемкости, сложности и опасности, относятся к классу весьма сложных систем и потому эти цели во многих случаях в требуемом