

## ГЕОТЕХНОЛОГИЯ

**УДК 622**

**С. И. Денисенко, В. С. Зыков**

### **ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ПРИВЕДЕНИЯ ВЫБРОСООПАСНЫХ ЗОН ВПЕРЕДИ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ЗАБОЕВ В НЕОПАСНОЕ СОСТОЯНИЕ**

Основными задачами и особенностями проведения подготовительных выработок в выбросоопасных зонах угольных пластов являются:

- 1) надежная противовыбросная обработка зон, исключающая развязывание внезапного выброса угля и газа;
- 2) обеспечение технологии выполнения противовыбросной обработки выбросоопасных зон, позволяющей осуществить своевременную подготовку выемочного блока.

Для достижения этих задач существуют два пути: благовременное приведение выбросоопасных зон в неопасное состояние с помощью региональных способов с тем, чтобы не делать специальных остановок забоя для противовыбросной обработки; повышение оперативности локальной противовыбросной обработки. Оба эти пути связаны со значительными трудностями и универсальными не являются.

Осуществить своевременную региональную противовыбросную обработку участков пластов впереди подготовительных забоев не всегда представляется возможным. Самый эффективный и надежный региональный способ – предварительная отработка защитного пласта может быть применена только при условии отработки свиты или хотя бы двух достаточно сближенных пластов. Два других способа – дегазация и увлажнение не столь эффективны, достаточны сложны в тех-

нологии, требуют наличия вблизи обрабатываемых участков выработок для установки оборудования или хотя бы постоянной проходки специальных ниш по мере подвигания подготовительного забоя.

Повышение оперативности локальной обработки также является сложной проблемой. В применяемых на шахтах локальных способах используются 4 вида воздействия на массив:

1. Создание в краевой части массива опережающих полостей для ее дегазации и снижения напряжений.

2. Нагнетание в массив воды для блокирования газа в трещинах и порах и снижения сорбционной способности угля, а, следовательно, и его газодинамической опасности, а также повышения пластичности угля.

3. Разрушение структуры угля в прилежащей к забою области для интенсификации процесса ее дегазации, увеличения протяженности зоны влияния выработки на массив и соответственно удаления от забоя опасной зоны интенсивно развитых квазипараллельных плоскости обнажения систем трещин.

4. Укрепление призабойной части массива с помощью опережающей крепи или нагнетания специальных растворов.

Осуществление всех этих видов воздействия является довольно длительным процессом, который трудно ускорить.

Несколько особняком среди локальных способов стоит гидроотжим (третий вид воздейст-

вия на массив), который может выполняться достаточно быстро, но требует достаточно профессионального и творческого подхода при отработке эффективных параметров его выполнения.

Мы пришли к выводу, что для решения поставленных выше задач наиболее целесообразным будет применение комплексного подхода, сочетающего положительные стороны региональной и локальной противовыбросной обработки.

При планировании горных работ должна предусматриваться в максимальной степени предварительная отработка пластов, являющихся защитными для данного выбросоопасного пласта. Если защитные пласти отсутствуют или отработка их по технологическим причинам не представляется возможной, то должен быть рассмотрен вопрос предварительной противовыбросной обработки с помощью региональных способов предотвращения внезапных выбросов угля и газа. В качестве критерия целесообразности предварительной обработки рекомендуется принять наличие давления газа в пласте выше 0,6 МПа, при котором в соответствии с [1] возможно проявление выбросоопасности. Давление газа в пласте должно измеряться в месте заложения выработки и далее после каждого выхода из зоны предварительной противовыбросной обработки. Для измерения давления газа по направлению выработки должна

буриться скважина на глубину не менее 10 м. Как известно, в настоящее время на измерение давления газа затрачивается много времени (2-3 суток).

В НЦ ВостНИИ разработан оперативный способ измерения давления газа в угольном пласте, защищенный авторским свидетельством, заключающийся в ступенчатом сбросе или увеличении давления предварительно закачанной в замерную камеру герметизатора воды до момента его стабилизации на уровне, соответствующем величине пластового давления газа [2]. Способ позволяет измерить давление газа в течение 15-20 мин, то есть делает технологически приемлемым периодическое определение величины газового давления.

Из всех применяемых в настоящее время способов предотвращения внезапных выбросов угля и газа самым надежным является бурение опережающих скважин. Способ достаточно широко применяется на шахтах, так как при правильном выборе параметров его можно применять в любых условиях проведения выработок. Это отличает его от более оперативных локальных способов, таких как гидроотжим и гидрорыхление, эффективность которых падает практически до нуля в зонах дислокационных геологических нарушений вследствие того, что вода свободно уходит по крупным трещинам в зоне нарушения, не оказывая воздействия на выбросоопасную зону в окрестности забоя выработки.

Недостатком способа являются большие затраты времени на его реализацию и высокая трудоемкость. В значительной степени это связано со сложной схемой расположения скважин в забое проводимой выработки, требующей многократной переустановки и настройки бурового станка, так как каждая скважина имеет свои индивидуальные проектные параметры.

Указанные недостатки могут быть устранены при применении разработанного в НЦ ВостНИИ локального способа, являющегося модификацией технологии предотвращения внезапных выбросов, основанной на разгрузке массива созданием скважин большого диаметра – разгрузочного бурения.

Разгрузочное бурение представляет собой бурение в горизонтальной плоскости одного веера скважин, обеспечивающее разгрузку потенциально выбросоопасной пачки или совокупности пачек в окрестности забоя для безопасного его подвигания на глубину 4 м (рис. 1).

Данный способ по сравнению со своим аналогом имеет следующие преимущества.

На выполнение способа требуются значительно меньшие затраты времени вследствие возможности осуществления бурения всех скважин из одного места расположения буровой установки и упрощения

технологии бурения в связи с небольшой длиной скважин и меньшим их диаметром.

Поскольку все скважины бурятся в один ряд с сохранением их общего числа таким же, как в аналоге, достигается большая степень разгрузки массива от газового и горного давления за счет близкого расположения скважин и создания эффекта опережающей щели.

Параметры способа должны быть следующими: диаметр скважин – 80-130 мм, глубина обработки массива – 5,5 м, ширина законтурной обработки – 4 м, неснижаемое опережение скважинами забоя – 1,5 м. Количество разгрузочных скважин определяется по формуле:

$$n_{pc} = m (a+b) / S_{\phi} \quad (1)$$

где  $m$  – мощность потенциально выбросоопасной пачки;  $a$  – максимальная ширина выработки по напластованию;  $b$  – ширина законтурной обработки ( $b=4$  м);  $S_{\phi}$  – площадь области эффективного влияния скважины.

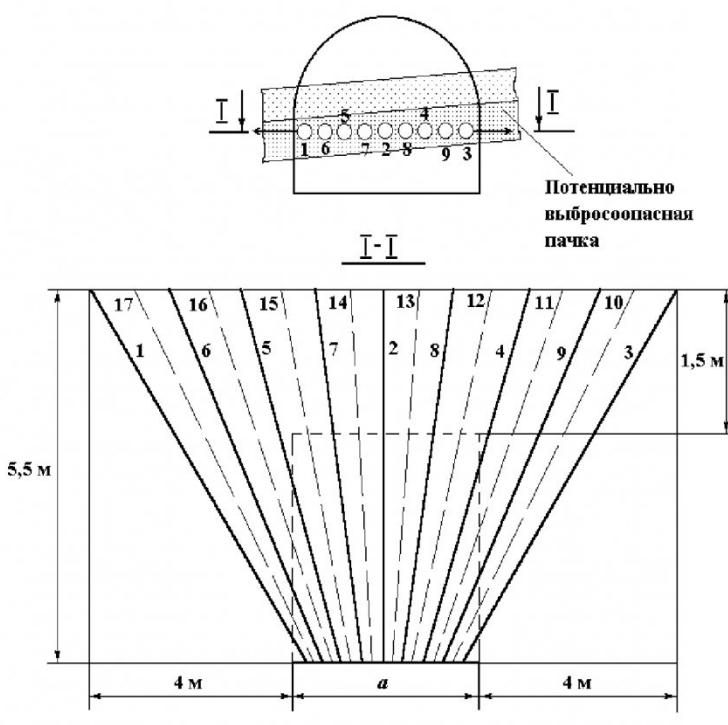


Рис. 1. Схема бурения скважин при разгрузочном бурении: штриховыми линиями показаны следующие по порядку проектируемые разгрузочные скважины (10-17)

Таблица 1  
Результаты исследования влияния количества скважин на эффективность противовыбросной обработки массива

№ цикла	Количество скважин	$g_{\text{max}}$ , л/мин·м	Изменение опасности зоны
1	Скважины отсутствуют	7,5	$R > 0$
	1	7,0	$R > 0$
	3	3,4	$R < 0$
2	3	5,8	$R > 0$
	6	1,8	$R < 0$
3	4	11,5	$R > 0$
	12	6,1	$R < 0$

Все скважины располагаются в горизонтальной плоскости, что делает их удобными для бурения с одной-двух стоянок буровой установки.

Количество скважин может быть уменьшено по сравнению с обычным бурением опережающих скважин за счёт контроля эффективности по показателю  $N / 3$ , определяемому с помощью АКМ. С помощью этого показателя при выполнении способа может непрерывно осуществляться оценка степени снижения газодинамической опасности обрабатываемой зоны, и пока зона не будет приведена в неопасное состояние, обработка массива не должна прекращаться. Это исключает необходимость дополнительного воздействия на массив в случаях, если обработка окажется неэффективной, которое не всегда возможно из-за нарушения целостности массива при первом цикле воздействия. Исключается также присущая многим способам предотвращения выбросов значительная излишняя обработка зоны за счёт непрерывного контроля за её результатами с помощью показателя  $N$ .

Экспериментальная проверка способа была выполнена на шахте «Первомайская» (Кузбасс) при проведении водосборного штрека 21 по выбросоопасному пласту XXI. Скважины диаметром 200 мм, длиной 15 м бурились с одной стоянки в один ряд. Результаты из-

мерений влияния количества скважин на эффективность противовыбросной обработки массива в трех циклах бурения приведены в табл. 1. Из таблицы видно, как снижается начальная скорость газовыделения из контрольных шпуров  $g_{\text{max}}$ , являющаяся основным параметром эффективности противовыбросной обработки, при увеличении количества скважин, и изменяется опасность зоны впереди забоя по показателю  $R$  ( $R = 0$  – опасно;  $R < 0$  – неопасно)

На рис. 2 и 3 показаны диаграммы изменения концентрации метана, записанные аппаратурой АКМ, полученные в процессе бурения серий опережающих скважин при проведении водосборного штрека № 21 по пласту XXI шахты «Первомайская». Из диаграмм прослеживается снижение газоненосности исследуемой зоны (уменьшение концентрации метана при переходе от бурения предыдущей скважины к бурению последующей) при увеличении количества скважин, то есть при увеличении их числа контролируется эффективность способа показателем  $N$ .

Ещё одним подтверждением возможности использования разгрузочного бурения в качестве способа предотвращения выбросов являются результаты применения для борьбы с выбросами гидровымывания опережающих полостей, которые всегда вымываются в один ряд. Эффект обязательно достигается, так как способ позволяет контролировать уменьшение степени выбросоопасности и добиваться ее снижения до необходимого уровня.

Одним из наиболее технологичных способов предотвращения внезапных выбросов угля и газа является гидроотжим угольного пласта [3]. Однако применение способа существенно сдерживается проявлением интенсивного газовыделения в выработку вследствие резкой разгрузки массива, приводящего часто на высокогазоносных пластах к возникновению концентрации метана в выработке, превышающей допустимую.

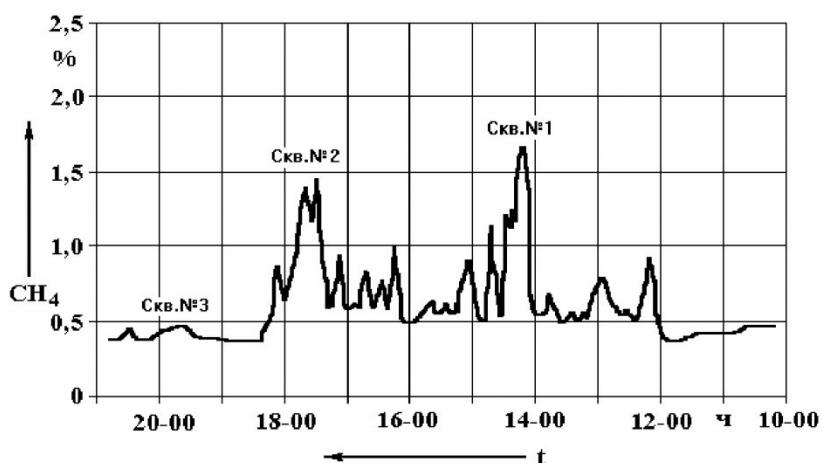


Рис. 2. Диаграмма автоматической записи во времени  $t$  концентрации метана во время бурения скважин в водосборном штреке № 21 по пласту XXI шахты «Первомайская» 26.04.87 г.

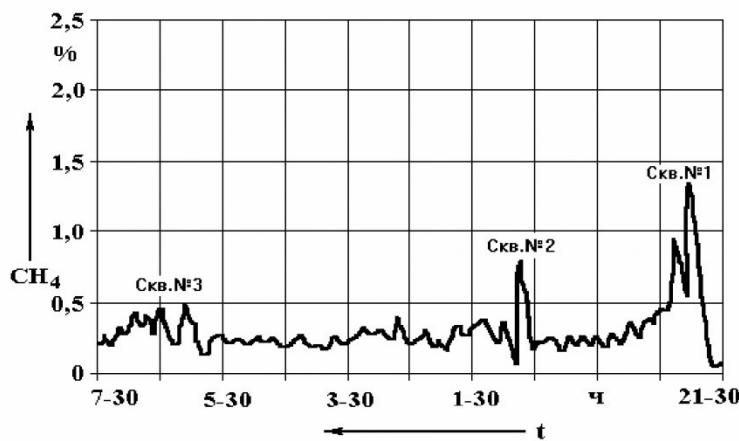


Рис. 3. Диаграмма автоматической записи во времени  $t$  концентрации метана во время бурения скважин в водосборном штреке № 21 по пласту XXI шахты «Первомайская» 11.05-12.05.87 г.

Эффективным мероприятием по снижению интенсивности газовыделения при гидроотжиме является предварительное увлажнение массива через предназначенные для гидроотжима скважины [4]. Снижение интенсивности газов

при его применении достигается блокированием газа водой в угольных порах и трещинах.

Интенсивность газовыделения при его применении может быть снижена в несколько раз. Однако и гидроотжим с предварительным увлажнением имеет

предельное условие применения, которое определяется величиной предельного водонасыщения угля  $W_{np}$ .

Достаточно оперативным и технологичным способом, основанным также на нагнетании воды в пласт, но при этом не вызывающим существенной реакции массива, является низконапорная пропитка [4]. В отличие от низконапорного увлажнения, пропитка осуществляется через скважины небольшой длины (5,5 или 6,5 м), что позволяет значительно повысить технологичность выполнения способа. Уменьшение глубины увлажнения массива на существенную величину позволяет осуществлять его в ремонтно-профилактическую смену, то есть резервного забоя не требуется. При этом выполнение способа упрощается вследствие возможности бурения коротких шпуров ручным сверлом, без отнимающих много времени и

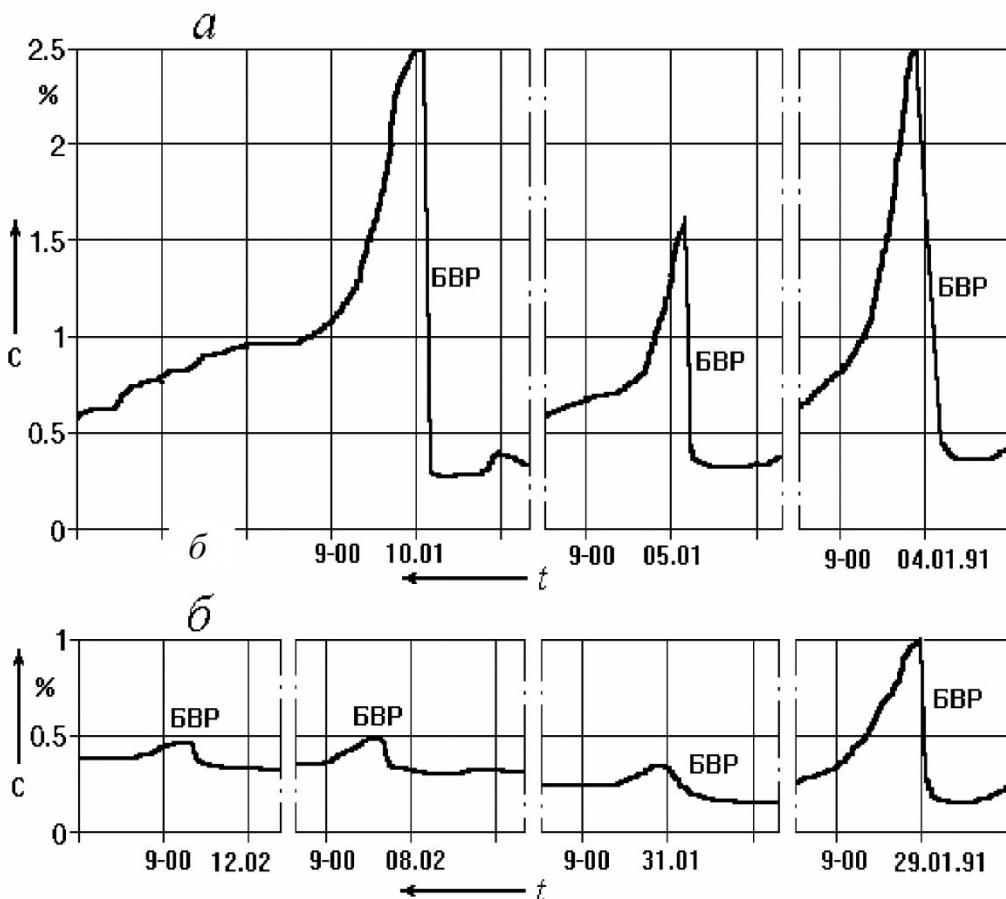


Рис. 4. Сравнение диаграмм изменения концентрации метана в забое вентиляционного штрека 018(н) по пласту Андреевскому до применения низконапорной пропитки (а) и после её применения (б)

отличающихся большой трудоемкостью доставки, монтажа и демонтажа оборудования.

При низконапорной пропитке не только снижается степень опасности по внезапным выбросам, но и уменьшается интенсивность газовыделения в выработку при отбойке угля. В тех случаях, когда пропитка применяется одновременно и для предотвращения внезапных выбросов, и для снижения интенсивности газовыделения, необходимо достигнуть влажности угля, удовлетворяющей как условию безопасности по выбросам ( $W_y \geq 6\%$ ), так и условию исключения загазирования выработки.

Результаты проведённых исследований свидетельствуют о возможности применения низконапорной пропитки как в качестве способа предотвращения внезапных выбросов угля и газа, так и способа предотвращения загазирований выработок при

отбойке угля. Снижение концентрации метана в выработке после того, как было начато применение низконапорного увлажнения в вентиляционном штреке 018(н) по пласту Андреевскому шахты «Анжерская» (Кузбасс), наглядно иллюстрируется на рис. 4.

Проведение вентиляционного штрека в выбросоопасной зоне после пропитки при применении наиболее провоцирующего внезапные выбросы способа проходки – буровзрывных работ, не привело к развязыванию внезапных выбросов.

В настоящее время скорость проведения выработок в невыбросоопасных зонах угольных пластов шахт Кузбасса и Воркутинского месторождения составляет 80-160 м (в среднем 120 м), в опасных зонах при применении локальных способов – 22-100 м (в среднем 61 м) [5]. При применении региональной противовыбросной об-

работки не потребуется применение в опасных зонах локальных способов, поэтому темпы проведения выработок в обработанных заранее зонах (там, где это возможно) увеличатся почти на 100 %. При необходимости выполнения локальных способов предотвращения выбросов следует по возможности, в зависимости от горно-геологических условий проведения выработки, выбирать новые более оперативные способы, применение которых, согласно проведенного анализа, позволит сократить потери в скорости подвигания забоя примерно на 20-30 %. В целом внедрение описанного выше оптимального комплекса противовыбросной обработки угольных пластов, по нашим расчетам, позволит повысить темпы проведения выработок в выбросоопасных зонах угольных пластов примерно в 1,5 раза.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Инженерные методы расчета параметров региональных способов предотвращения внезапных выбросов угля и газа (методические рекомендации) / В. Н. Пузырев, Т. Н. Калякина, В. Н. Хашин и др. Кемерово: ВостНИИ, 1986. – 29с.
2. А.С. СССР № 1815329. Способ определения истинного начального давления газа в газонасыщенном угольном пласте / В.С. Зыков, В.В. Славолюбов, Ю.П. Осокин // Изобретения. – 1993. – № 18. – С. 70.
3. Инструкция по безопасному ведению горных работ на пластах, опасных по внезапным выбросам угля (породы) и газа // Предупреждение газодинамических явлений в угольных шахтах: Сборник документов. Серия 05. Нормативные документы по безопасности, надзорной и разрешительной деятельности в угольной промышленности. Выпуск 2. Изд. 2-е, испр. / НТЦ «Промышленная безопасность». – М., 1989. – С. 120 – 303.
4. В.С. Зыков, А.В. Лебедев, А.В. Сурков. Предупреждение газодинамических явлений при проведении выработок по угольным пластам – Кемерово: КРО АГН, 1997. – 262 с.
5. Изыскать принципы безопасного проведения подготовительных выработок по выбросоопасным пластам с темпами, в 1,5-2,0 раза превышающими достигнутые: Отчет о НИР / ВостНИИ; Исп. В.С. Зыков, Е.С. Розанцев, В.С. Черкасов и др. – в ГР № 01880041563. – Кемерово, 1988. – 99 с.

□ Авторы статьи:

Денисенко  
Сергей Иванович  
- канд. техн. наук,  
генеральный директор ОАО  
«Угольная компания «Кузбассуголь»

Зыков  
Виктор Семенович  
- докт. техн. наук, проф., зав. каф.  
маркшейдерского дела и геодезии