

Л 118
М-994 09

На дом не выдается

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ИНСТИТУТ ГОРНОГО ДЕЛА

А. А. МЯСНИКОВ

**МЕТАНООБИЛЬНОСТЬ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИНТЕНСИВНОСТИ
И ПОРЯДКА ОТРАБОТКИ
ВЫЕМОЧНЫХ ПОЛЕЙ**

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ИНСТИТУТ ГОРНОГО ДЕЛА

А. А. МЯСНИКОВ

МЕТАНООБИЛЬНОСТЬ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИНТЕНСИВНОСТИ
И ПОРЯДКА ОТРАБОТКИ
ВЫЕМОЧНЫХ ПОЛЕЙ

Москва 1960

ГОС ПУБЛИЧНАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА СССР

3009 $\frac{13}{60}$

11
18890

1118
60-10
M 994

Глава I

СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА

ВВЕДЕНИЕ

Опубликованные работы как у нас, так и за рубежом, по вопросу проветривания выработок при столбовой системе разработки и возвратноточной схеме проветривания чрезвычайно ограничены, в то время как вопросы проветривания при сплошной системе разработки и такой же схеме проветривания достаточно изучены и освещены в литературе. В то же время следует отметить, что все исследования метано-выделения и проветривания при сплошной системе разработки проводились при скорости продвижения очистных забоев — 0,5—1,6 м/сутки, что совершенно недостаточно для установления зависимости метанообильности выработок от скорости продвижения очистного забоя.

Необходимость разрешения данной задачи обуславливается также тем, что в настоящее время широко осуществляется переход на разработку угольных пластов системой длинных столбов по простиранию с форсированным продвижением очистных забоев.

§ 1. ВЛИЯНИЕ СИСТЕМ РАЗРАБОТКИ НА МЕТАНООБИЛЬНОСТЬ ВЫРАБОТОК

Установлено, что система разработки длинными столбами по простиранию с обработкой выемочных полей обратным ходом более эффективна и безопасна, чем сплошная система разработки с прямым ходом.

В качестве преимуществ столбовой системы В. И. Барановский [1] вполне справедливо отмечает устойчивый режим очистных и подготовительных работ, улучшение состояния промежуточных штреков, улучшение проветривания очистных забоев, предварительную дегазацию угольных пластов

на газовых шахтах, большую возможность перехода на обрушение кровли, лучшее использование горных машин.

Система разработки часто оказывает решающее влияние на распределение основных выделений метана в горные выработки. Так, предварительно проведенные подготовительные выработки частично дренируют метан из разрабатываемого пласта и тогда метановыделение при очистных работах значительно снижается и становится более равномерным [6].

Однако до сих пор существует предположение, что при отработке выемочных полей обратным ходом в условиях, характеризующихся высокой газоносностью пластов, возникнут большие трудности, связанные с проветриванием подготовительных выработок большого протяжения и борьбой с газом, проникающим из выработанного пространства в призабойное.

Проф. Г. Д. Лидин отмечает [6], что при наличии сети подготовительных выработок (на пластах мощных и средней мощности) метановыделение в последние может достигать значительных величин. В таких случаях при последовательном проветривании подготовительных и очистных выработок может оказаться, что большие объемы метана, поступающие в очистные забои из подготовительных выработок, могут осложнять нормальное ведение технологического процесса из-за угрозы загазования призабойного пространства. Предварительное прохождение подготовительных выработок приводит к частичной дегазации разрабатываемого пласта, что вызывает перераспределение метановыделения как в пространстве (повышение роли подготовительных выработок в газовом балансе за счет снижения метановыделения в призабойном пространстве), так и во времени. Например, в Донецком бассейне при сплошной системе разработки пластов без подразделения этажа на подэтажи, метановыделение в подготовительные выработки не превышает 5—10% от общего дебита по участку; в Кузнецком бассейне при разработке пластов средней мощности длинными столбами по простирацию — 40—50% и более, а на шахтах Карагандинского бассейна, где выемочные работы начинаются только после окончания нарезных работ по всему крылу на данном горизонте — 50—60% [8]. При параллельном проветривании подобного рода подготовительных выработок общее количество метана, выделяющееся при отработке данного горизонта, остается неизменным, но растягивается на весь срок ведения подготовительных и очистных работ. Следовательно, схемы проветривания горных работ при наличии подготовительных выработок могут обусловить возможность увеличения подачи количества воздуха на участок, когда пропускная способность очистных забоев низка (пласты малой и средней мощности), за счет параллельного проветривания подготовительных выработок.

Таким образом, изменяя системы разработки, развивая или сокращая сеть подготовительных выработок, можно в широких пределах варьировать распределением метана в тех или иных выработках. Полное проведение подготовительных выработок (подготовка выемочного поля для разработки системой длинных столбов по простиранию) уменьшит общий дебит метана из очистных забоев и создаст большую равномерность метановыделения при ведении очистных работ.

Различная степень дренирования угольного массива участков, обрабатываемых прямым и обратным ходом, ни у кого не вызывает сомнения, однако, при сопоставлении газовых балансов участков надо учитывать также влияние схем проветривания и в связи с этим различную степень дегазации выработанного пространства.

Некоторые авторы полагают, что применение столбовой или сплошной системы разработки (при прочих равных условиях) не может изменить общую метанообильность участка, так как в обоих случаях будут иметь место метановыделения из массива угля и выработанного пространства. Для шахт с высокой метанообильностью авторы не рекомендуют применять столбовую систему разработки без изоляции выработанного пространства от рабочего, в противном случае будет наблюдаться повышение относительной метанообильности призабойного пространства.

Значительный опыт скоростного проведения подготовительных выработок по газоносным пластам и специальные исследования метановыделения в подготовительные выработки, пройденные по пластам тонким и средней мощности, показывают, что фактор метаноносности пластов не является препятствием для подготовки выемочных полей к отработке их обратным ходом.

Лабораторные [5], экспериментальные исследования [10, 11, 12] и опыт применения столбовой системы разработки с возвратноточной схемой проветривания в условиях газовых шахт показывает:

1. Выработанное пространство проветривается и утечки воздуха сосредоточены на небольшом участке вблизи призабойного пространства и достигают до 30% от общего количества воздуха, поступающего на участок.

2. Метановыделение из выработанного пространства в призабойное уменьшается.

Отмечается, что проветривание при отработке обратным ходом обладает явным преимуществом, так как совершенно отсутствуют утечки воздуха, в то время как при прямом ходе часть воздуха вследствие утечек не поступает в очистной забой. Кроме того, при прямом ходе создается опасное положение для очагов самовозгорания угля. Поэтому на пластах, склонных к самовозгоранию, отдается предпочтение от-

работке обратным ходом. Относительно скопления опасных концентраций метана в выработанном пространстве при обратном ходе, предполагается, что метан в выработанном пространстве не находится под стабильным давлением, т. к. выработанные пространства находятся во взаимосвязи с горными работами по выше и нижележащим пластам, а также изменения барометрического давления непрерывно пополняют или удаляют метан [21].

§ 2. МЕТАНООБИЛЬНОСТЬ ВЫРАБОТОК ВЫЕМОЧНОГО УЧАСТКА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СКОРОСТИ ПОДВИГАНИЯ ОЧИСТНОГО ЗАБОЯ

Наиболее значительными работами в области установления зависимости метанообильности от интенсивности разработки являются исследования А. Гудсона [22, 23, 24], который впервые провел наблюдения за метановыделением при изменении скорости продвижения очистного забоя. Исследования Гудсона отличаются от предшествующих и последующих исследований своей конкретностью — он изучал зависимость метановыделения от скорости продвижения забоя. В результате исследований был сделан вывод, что абсолютное метановыделение возрастает пропорционально увеличению скорости продвижения очистного забоя. Спустя четыре года, после первых исследований, Гудсон продолжил свои исследования, но при более широком диапазоне изменения скоростей продвижения. На этот раз результаты исследований в основном подтвердили предыдущие выводы и сводятся к сле-

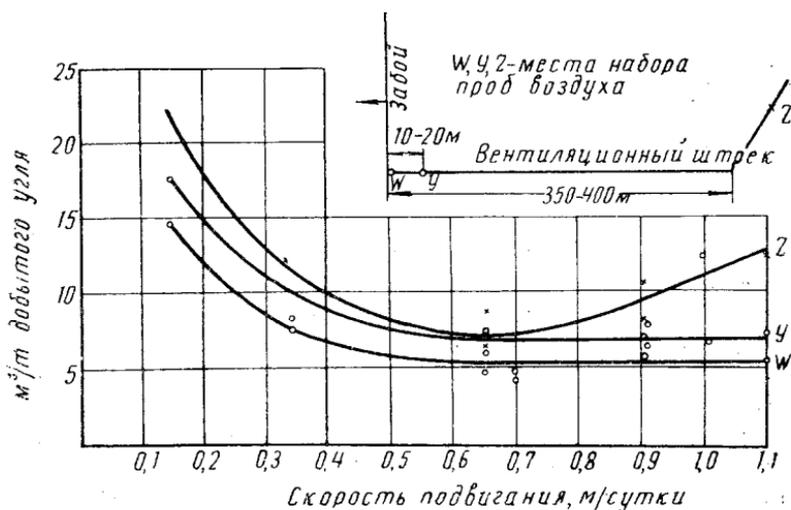


Рис. 1. Зависимость относительной метанообильности участка от скорости продвижения очистного забоя

дующему: увеличение скорости подвигания забоя приводит к повышенному метановыделению, но увеличение метановыделения происходит не в такой степени, как увеличивается скорость подвигания. Так, например, на одной шахте, разрабатывающей пласт мощностью 1,3 м, лавой длиной в 180 м утроенное увеличение скорости подвигания забоя вызвало увеличение абсолютной метанообильности всего на 50%.

На рис. 1 представлена зависимость относительной метанообильности участка от скорости подвигания очистного забоя, построенная по данным, приведенным в статье Картера и Гудсона [22]. Как видно из рис. 1, относительная метанообильность участка при увеличении скорости подвигания забоя сначала уменьшается, а затем снова увеличивается, а относительная метанообильность призабойного пространства сначала уменьшается, а далее остается на одном уровне.

Зависимость метанообильности от скорости подвигания очистного забоя, по данным Гудсона [23], приведена в табл. 1.

Таблица 1

Данные наблюдений	1-е наблюдение	2-е наблюдение
Среднее подвигание очистного забоя, м	1,8	2,4
Количество добытого угля, т	732	888
Абсолютное метановыделение, м ³	50 000	44 300
Абсолютное метановыделение на 100 м длины забоя, м ³ /мин	1,69	1,49
Относительная метанообильность, м ³ /т	68,2	50,0

Из табл. 1 следует, что при увеличении подвигания на 33% и увеличении добычи на 20% абсолютная метанообильность сократилась на 12%.

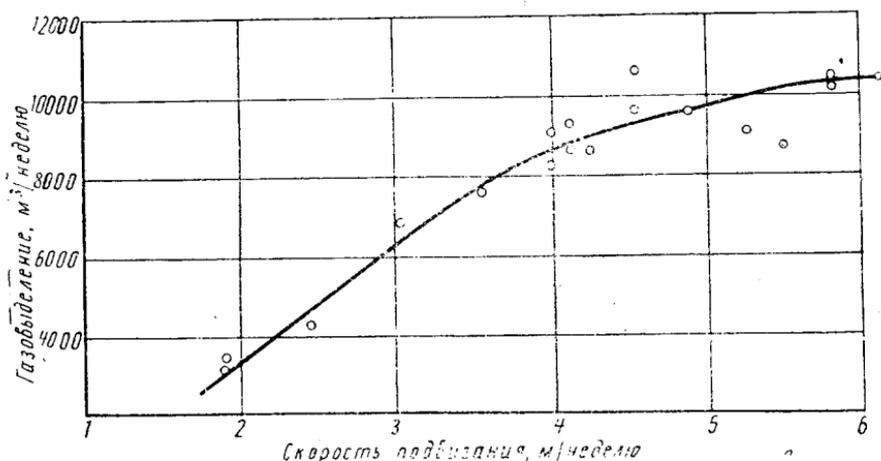
На рис. 2 приведена зависимость абсолютной метанообильности участка от скорости подвигания очистного забоя по данным Гудсона [24].

Таким образом, А. Гудсон на основании проведенных наблюдений за метановыделением при увеличении скорости подвигания очистного забоя пришел к различным выводам, а именно:

- 1) относительная метанообильность участка уменьшается;
- 2) относительная метанообильность участка вначале уменьшается, а затем увеличивается.

Противоречивость выводов одного и того же исследователя можно объяснить малым диапазоном изменения скоростей подвигания очистных забоев.

Шпакелер и Вильбер [21] считают, что при определенной скорости подвигания очистного забоя и планомерном обрушении пород кровли можно избежать образования пустот Вебера, что в свою очередь сократит метановыделение из вмещающей толщи до минимума.



метанообильности участка от скорости подвигания очистного забоя

Форстман [28] приходит к выводу, что при увеличении скорости подвигания очистного забоя относительная метанообильность участка увеличивается.

К. Паттейский [14] установил, что уменьшение добычи вдвое соответствует уменьшению выделения метана из пласта почти вдвое; в то же время наполовину уменьшается движение пород как кровли, так и почвы и выделение газа из них.

Наблюдениями, проведенными МакНИИ [2], установлено, что при увеличении скорости подвигания очистных забоев в 1,4—2,8 раза относительная метанообильность участка уменьшается на 24—50%. И далее отмечают, что такое высокое снижение относительной метанообильности происходит только в течение короткого времени, ввиду отставания процессов сдвижения горных пород и отставания изменения метановыделения из смежных неразрабатываемых пластов. В дальнейшем относительная метанообильность участка должна увеличиться.

Необходимо отметить, что зависимость метанообильности выемочного участка от скорости подвигания забоя может быть установлена не только при широком диапазоне изменения скоростей подвигания лав, но и при длительном сохранении на одном уровне данной скорости подвигания забоя.

Академик Л. Д. Шевяков [20] по этому поводу отмечает, что метановыделение из разрабатываемого пласта должно возрастать пропорционально добыче угля и что эта закономерность может быть установлена только при длительном сохранении повышенной скорости подвигания очистного забоя.

ВЫВОДЫ

1. Исследования метанообильности участков проводились главным образом при сплошной системе разработки и незначительных скоростях подвигания очистных забоев.

2. Исследование зависимости метанообильности участков от схем проветривания производилось в основном не с точки зрения определения причин и величины метанообильности выработанного пространства, а определения утечек воздуха через последнее.

3. В отношении зависимости метанообильности участков от скорости подвигания очистного забоя следует отметить, что из немногих и противоречивых взглядов и представлений по этому вопросу нельзя вынести какого-либо определенного суждения не только с количественной, но даже и с качественной стороны.

Глава II

ХАРАКТЕРИСТИКА УЧАСТКОВ НАБЛЮДЕНИЙ

Выемочные участки, на которых проводились наблюдения, распределялись следующим образом:

1. Поперечные и продольные газовые съемки в лавах и на вентиляционных штреках проводились на 46 выемочных участках (30 из них отрабатывалось обратным ходом).

2. Неравномерность метановыделения во времени от интенсивности и способов выемки исследовалась в 14 лавах (в 10 из них одновременно проводились наблюдения за метановыделением при изменениях барометрического давления).

3. Исследования зависимости метанообильности выработок от скорости подвигания очистных забоев велись на 11 выемочных участках.

4. Утечки воздуха через выработанное пространство определялись для 46 выемочных участков

5. Газовые съемки проводились на 24 вновь подготовленных выемочных участках.

6. Эффективность дегазации с помощью бурения скважин, а также отвода метана по трубам из выработанного пространства исследовалась в девяти очистных забоях (пять из них отрабатывалось обратным ходом).

Кроме того, были использованы результаты газовых съемок, проведенных ВостНИИ совместно с отделами вентиляции шахт Капитальная-I, Капитальная-II и № 9 комбината Кузбассуголь.

Для производства наблюдений за метановыделением были выбраны шахты Донецкого и Кузнецкого бассейнов, разрабатывающие пологопадающие метаносные пласты как прямым, так и обратным ходом, при различных способах выемки угля.

При выборе участков для наблюдений были приняты во внимание следующие факторы:

- а) высокая метаносность разрабатываемых пластов;
- б) наличие смежных неразрабатываемых пластов;

- в) относительно большая добыча участков и форсированное подвигание лав (2—4 м/сутки);
- г) интенсивное проветривание участков;
- д) различные системы разработки (сплошная, столбовая и т. д.)

КОМБИНАТ КУЗБАССУГОЛЬ Шахта Капитальная-I

Шахта Капитальная-I обрабатывает южную часть Осинниковского месторождения Кузбасса. В настоящее время в разработке находятся пять пластов мощностью 0,8—1,6 м. Пласты имеют падение от 7 до 28°. Непосредственная кровля и почва пластов представлены аргиллитами средней устойчивости. Основная кровля представлена песчаниками и песчанистыми аргиллитами. Управление кровлей осуществляется в основном способом полного обрушения и частичной закладкой (в двух — трех лавах). На шахте применяются две системы разработки: длинные столбы по простиранию и сплошная в 1957 году добыча по системам распределялась соответственно 54,8% и 45,3%. Выемочные участки в уклонных и бремсберговых полях в отдельные периоды (в зависимости от развития подготовительных работ) на 40—60% обрабатываются обратным ходом. Наклонная высота этажа колеблется от 120 до 260 м. Выемка угля осуществляется комбайнами «Донбасс-I» и врубовыми машинами КМП-2. Среднесуточная добыча шахты 4000 т. По газу шахта относится к сверхкаторной, а по пыли опасная. Угли марки «ПЖ».

Геологический разрез свиты пластов, разрабатываемых шахтой Капитальная-I, представлен на рис. 3. В табл. 2 представлена характеристика лав шахты Капитальная-I в I квартале 1957 года.

Приводим примеры, которые показывают улучшение вентиляционного режима лав при обработке обратным ходом с возвратноточной схемой проветривания. На вентиляционном штреке лавы 209, обрабатываемой прямым ходом пласт Е-I, наблюдались систематические превышения содержания метана.

В лавах 185 и 184, разрабатывающих этот же пласт столбовой схемой проветривания, никаких остановок по причине проветривания не было, а метановыделение с выемочных участков на 26—30% меньше, чем метановыделение с участка, обрабатываемого лавой 209, тех же размеров.

Улучшились условия проветривания лав 110 нижняя, 187 нижняя, 196 (обратный ход) по сравнению с лавами 137 нижняя, 138 нижняя, 69 (прямой ход) по пласту П-4 и метановыделение с участков сократилось на 26—30%.

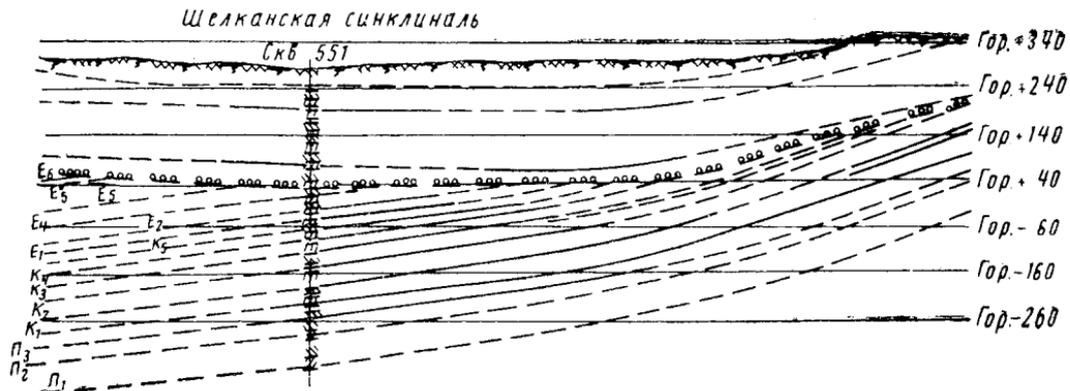


Рис. 3. Геологический разрез шахты Капитальная-I

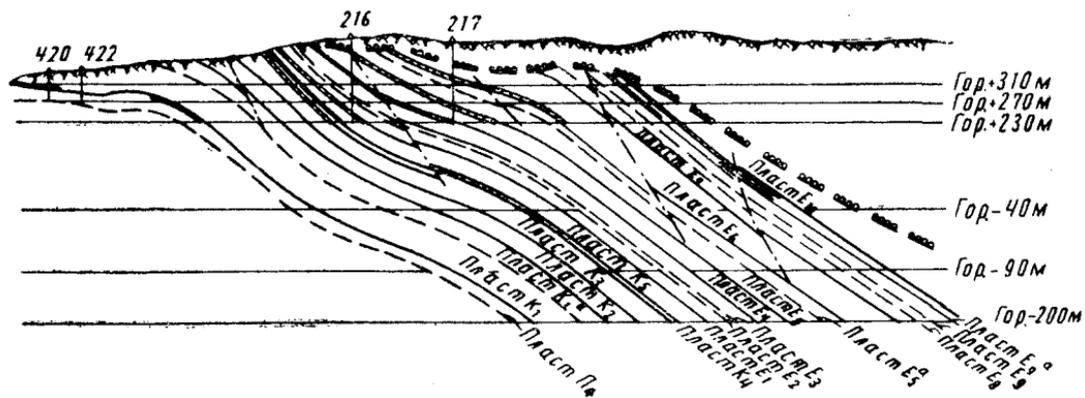


Рис. 4. Геологический разрез шахты Капитальная-II

№ лав	Индекс пласта	Мощность пласта, м	Угол падения пласта, град.	Система разработки	Средняя длина лав, м	Способ выемки	Способ управления кровлей	Добыча с одного цикла T, сутки
187	П—4	0,94	23	столбовая	126	КМП	полн. обр.	256
196	П—4	0,95	23	столбовая	138	КМП	полн. обр.	209
170	П—2	0,91	24	сплошная	252	КМП	част. закл.	416
154	К—1	1,48	10	сплошная	98	БВР	полн. обр.	282
194	П—2	1,23	29	сплошная	138	КМП	част. закл.	396
199	К—1	0,75	21	сплошная	124	КМП	полн. обр.	184
198	К—5	1,45	8	столбовая	132	„Дон-басс“	то же	364
198	П—4	0,8	25	столбовая	107	КМП	“	162
98	К—1	1,63	25	сплошная	97	БВР	“	256
185	Е—1	1,74	7	столбовая	111	БВР	“	362
209	Е—1	1,72	7	сплошная	122	БВР	“	435
132	П—2	0,82	28	столбовая	163	КМП	полн. обр.	286
126	П—2	1,06	25	сплошная	172	БВР	“	360
159	П—2	1,04	28	сплошная	140	БВР	“	307

Примечание. КМП — зарубка лавы осуществляется врубовой машиной с последующей разборкой. БВР — выемка с помощью буровзрывных работ. „Донбасс“ — выемка угля комбайном „Донбасс“.

Шахта Капитальная-II

Поле шахты Капитальная-II расположено в северо-восточной части Осинниковского месторождения Кузбасса. Шахта разрабатывает 10 пластов мощностью от 0,7 до 2,6 м с углом падения 25—60° (рис. 4). Боковые породы, как правило, представлены аргиллитами средней крепости. Управление кровлей во всех лавах осуществляется полным обрушением. Подготовка шахтного поля этажная. Длина этажа по падению достигает на пологом падении пласта до 420 м. Выемка угля производится с помощью отбойных молотков и взрывчатых веществ. На шахте применяются две системы разработки: длинные столбы по простиранию (47%) и сплошная (53%). Угли марки ПЖ. По метанообильности шахта отнесена к сверхкатегорной и является опасной по пыли.

Улучшение условий проветривания выемочных участков в связи с переходом на обратный ход подробно описано в работе автора (12).

Наблюдения на шахте Капитальная-II в основном были проведены на участках, разрабатывающих пласт Е-6, метанообильность выработок которого определяет категорию шах-

ты. Относительная метанообильность в отдельные месяцы достигала 50—60 м³/т. Пласт Е-6 мощностью 1,3—1,6 м с углом падения 16—35° имеет несколько газоносных неразрабатываемых пластов и пропластков в кровле и почве пласта. Длина лав 100—170 м, среднесуточная добыча лав 300—600 т, шахты 4260 т. Метанообильность и интенсивность проветривания очистных забоев пласта Е-6 характеризует табл. 3.

Таблица 3

Лавы	Среднесуточная добыча, т	Среднее количество воздуха, проходящее через участок, м ³ /мин	Средняя относительная метанообильность, м ³ /т
25 нижняя	420	724	18,5
25 верхняя	410	630	14,6
42 бис	330	466	23,2
42	280	515	31,4
48	260	465	22,3
16	480	506	12,7
17	510	523	12,8
59	330	503	14,4
44	310	487	17,0
15 бис	315	436	22,2

Шахта № 9

Шахта № 9 разрабатывает пласты мощностью 0,7 ÷ 2,5 м и углом падения от 20 до 50°. Управление кровлей во всех лавах осуществляется полным обрушением. Отбойка угля в большинстве лав осуществляется отбойными молотками. Угли марки «ПЖ». В 1957 г. добыча угля по системам разработок распределялась следующим образом: длинные столбы по простиранию — 69% и сплошная 31%. Шахта по метану — сверхкатегорная, по пыли опасна.

Шахта Абашевская-1

Шахтное поле представлено свитой угольных пластов (17 пластов). В период наблюдений шахта разрабатывала пласты № 14, 15 и 16 мощностью 1,0—1,5 м и с углом падения от 5 до 10°. Управление кровлей во всех лавах осуществляется полным обрушением. Выемка угля в большинстве лав осуществляется комбайнами «Донбасс». Система разработки — преимущественно длинные столбы по простиранию. Длина лав 110—150 м. Шахта по метану — сверхкатегорная, по пыли — опасна.

Шахта Чертинская-I

Шахта разрабатывает четыре пласта мощностью от 1,2 до 1,8 м с углом падения до 6 до 30°, преимущественно разрабатываемые пласты имеют мощность — 1,3 м. Управление кровлей осуществляется полным обрушением. Выемка осуществляется комбайнами «Донбасс», в некоторых лавах — буровзрывными работами. На шахте применяются три системы разработки: длинные столбы по простиранию, сплошная и парные штреки. В 1957 г. добыча угля распределялась следующим образом: столбовая 72,5% и сплошная — 27,5%.

По метанообильности шахта отнесена к III категории, по пыли — опасна.

На шахте Чертинская-I загазования вентиляционных штреков имели место в лаве 59, обрабатываемой прямым ходом, в то время как в других лавах, обрабатываемых обратным ходом, загазований не было.

КОМБИНАТ СТАЛИНУГОЛЬ (ДОНБАСС)

Шахта № 7—8 им. Калинина

Шахта № 7—8 им. Калинина разрабатывает пласт Прасковиевский h_8 мощностью 0,5—0,6 м, с углом падения 6—12°. Пласт имеет метаноносные смежные неразрабатываемые пласты в кровле и опасен по внезапным выбросам угля и газа. Кровля и почва пласта представлены песчанистыми сланцами. Способ управления кровлей — частичная закладка. Длина лав 70—120 м. Выемка угля производилась комбайном «Донбасс» и врубовыми машинами. Систематические круглосуточные наблюдения проводились в лавах 9-й западной, 11-й западной и 12-й восточной, первая из них обрабатывалась обратным и две другие прямым ходом (парные штреки).

Шахта № 9 Капитальная

Наблюдения проводились в лавах 8-й западной-бис и 12-й западной, разрабатывающих пласт Ливенский h_{10} мощностью 0,55—0,63 м и углом падения 2—3°. Пласт имеет несколько метаноносных неразрабатываемых пластов в кровле, по метану шахта отнесена к сверхкатегорной. Длина лав 90—130 м. Управление кровлей осуществлялось в 8-й западной — плавным опусканием кровли, а в остальных путем частичной закладки выработанного пространства породой из бутовых штреков. Порядок отработки в 8-й западной от границ выемочного участка, а в 12-западной к границам выемочного участка.

Глава III

МЕТАНООБИЛЬНОСТЬ И ПРОВЕТРИВАНИЕ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК

Для определения снижения интенсивности метановыделения с неподвижной поверхности обнажения угольного пласта во времени проф. Г. Д. Лидиным [8] рекомендована следующая формула:

$$\frac{V_t}{V_0} = \sqrt{\frac{t_0}{t}}, \quad (1)$$

где V_t — интенсивность метановыделения в период времени t , $\frac{м^3}{м^2 \text{ сутки}}$;

V_0 — постоянный коэффициент, характеризующий начальную интенсивность метановыделения, $\frac{м^3}{м^2 \text{ сутки}}$;

t — время обнажения, сутки;

t_0 — время, соответствующее начальному моменту метановыделения, при $t_0 = 1$ сут.

Уравнение (1) принимает вид:

$$V_t = \frac{V_0}{\sqrt{t}}, \quad \frac{м^3}{м^2 \text{ сутки}}, \quad (2)$$

Количество метана, выделившегося в течение периода обнажения с единицы площади угольного пласта, определяется путем интегрирования выражения (2).

$$Q_t = V_0 b \int_{t_2}^{t_1} \frac{dt}{\sqrt{t}} = 2V_0 b (\sqrt{t_1} - \sqrt{t_2}), \quad \frac{м^3}{м^2}, \quad (3)$$

где t_1 — время, прошедшее с начала прохождения выработки, сутки;

t_2 — время, прошедшее с момента остановки выработки, сутки;

b — размерный коэффициент при выражении t в сутках $b = 1 \text{ сутки}^{1/2}$.

Если количество выделившегося метана определяется в период прохождения выработки, т. е. при $t_2=0$, то

$$Q_{t_1} = 2V_0 b \sqrt{t_1}, \frac{м^3}{м^2}. \quad (4)$$

Среднее количество метана, выделившегося с единицы площади угольного пласта, будет:

1) для выработки, проходание которой окончено,

$$Q_{ср} = \frac{2V_0 b (\sqrt{t_1} - \sqrt{t_2})}{t_1 - t_2}, \frac{м^3}{м^2 \text{ сутки}}, \quad (5)$$

2) для выработки, находящейся в проходке,

$$Q_{ср} = \frac{2V_0 b}{\sqrt{t_1}}, \frac{м^3}{м^2 \text{ сутки}}. \quad (6)$$

Тогда общее среднее метановыделение с угольных поверхностей подготовительной выработки, проходание которой окончено,

$$I_0 = \frac{2V_0 S b (\sqrt{t_1} - \sqrt{t_2})}{t_1 - t_2}, \frac{м^3}{сутки}, \quad (7)$$

где S — площадь обнаженной поверхности пласта в выработке, $м^2$.

Для выработки, находящейся в проходке, общее метановыделение будет:

$$I_n = \frac{2V_0 S b}{\sqrt{t_1}} + (x_0 - x_1) r_n \cdot S_n \gamma, \frac{м^3}{сутки}, \quad (8)$$

где x_0 — природная метаноносность угля, $\frac{м^3}{т}$;

x_1 — остаточная метаноносность угля, $\frac{м^3}{т}$;

r_n — подвигание подготовительного забоя, $м/сутки$;

S_n — площадь равномерно подвигаемого подготовительного забоя по углю, $м^2$;

γ — объемный вес угля, $т/м^3$.

Результаты экспериментальных определений величины начальной интенсивности метановыделения представлены в табл. 4.

Проветривание подготовительных выработок при подготовке выемочных полей к отработке обратным ходом является одной из важнейших задач вентиляции газовых шахт. Это объясняется как большим количеством подготовительных забоев, так и значительной их длиной и скоростью проведения выработок.

Вопрос проветривания подготовительных выработок значительной протяженности по метаноносным пластам был решен положительно. Так на шахте Капитальная-II комбината Кузбассуголь впервые было внедрено проветривание тупиковых забоев каскадными установками (2—5 вентилято-

Таблица 4

Значения начальной интенсивности
метановыделения
(по данным Мясникова А. А. и Сергеева И. В.)

Шахта	Индекс пласта	$V_0 \frac{м^3}{м^2/сутки}$	Примечание
Донбасс			
Им. Карла Маркса	1 ₃	7,8*	Нижняя пачка Верхняя пачка
Им. Карла Маркса	1 ₃	4,8*	
Им. Карла Маркса	m ₂	6,6*	
Им. Орджоникидзе	K ₇	4,2	
Им. Орджоникидзе	K ₈	6,3	
№ 29 им. Сталина	h ₇	8,4	
№ 31	h ₃	6,8	
№ 17—17 бис	h ₁₀	12,0	
Кузбасс			
Капитальная-I	П-4	4,3	
Капитальная-I	П-2	3,2	
Капитальная-II	Е-4	3,2	
Капитальная-II	Е-5	6,9	
Капитальная-II	Е-6	4,8	
Капитальная-II	Е-9	3,6	
Капитальная-II	Е-10	3,3	
№ 9	К-1	5,6	

* По данным Щербань А. Н. и Цырульникова А. С.

ров, соединенных последовательно в один агрегат). Необходимое количество воздуха и его скорость движения обеспечиваются за счет высокого напора, кроме того, при этом вследствие уплотнения в стыках значительно уменьшаются утечки воздуха. В результате применения такого способа проветривания скорость проведения основных штреков с прической породы до 70% была доведена до 170—225 м/месяц. Таким образом, с 1949 по 1957 г. на шахте Капитальная-II были пройдены следующие выработки большой протяженности. Основной штрек по пласту Е-6, пройденный для сбойки двух шахт (Черной Тайжины и Капитальной II), длиной 1850 м, квершлаг № 54 и основной штрек по пласту Е-1 длиной 1460 м, произведена подготовка выемочных полей по пластам Е-1, Е-4; Е-5, Е-6, Е-9, Е-10 для выемки обратным ходом с общей длиной выработок, проходимых одним забоем (основной штрек, разрезные печи и вентиля-

ционные штреки) до 1260 м. Можно только отметить, что при подготовке пласта Е-6 (имеющего природную метаносность 13,8 м³/т) к обратной выемке месячные темпы проходки основного штрека составляли 150—170 м и никаких задержек по причине проветривания не было. В конце проходки работала каскадная установка из трех вентиляторов и длина вентиляционного става составляла — 1160 м, компрессия достигала 386 мм вод. ст., а до забоя доходило 128 м³/мин воздуха.

Необходимо отметить, что метановыделение при обратном ходе из подготовительных выработок (основные и промежуточные штреки) было незначительно, так как в воздушной струе, поступающей в лаву, газ в большинстве случаев не обнаруживался и только в отдельных случаях анализами устанавливалось его содержание 0,1%.

Были проведены газовые съемки на 24 выемочных участках, подготовленных к отработке обратным ходом. Из результатов этих съемок следует, что при сроке существования горной выработки свыше месяца метановыделение из подготовительных выработок оказывает незначительное влияние на общее метановыделение с выемочного участка и обычно не превышает 0,3—0,4 м³/мин.

Известно, что в случае применения сплошной системы разработки нормальная работа очистного забоя может быть обеспечена при достаточном опережении основного штрека, по крайней мере на 70—100 м. Поэтому при сплошной системе разработки с опережением основного штрека общий дебит метана с участка не распределяется во времени, так как при последовательном проветривании подготовительных и очистных выработок метановыделение суммируется. Кроме того, свежееобнаженные поверхности подготовительных выработок выделяют значительное количество метана, что повышает содержание метана в струе воздуха, поступающей в очистной забой.

При отработке обратным ходом общий дебит метана из выемочного участка непрерывно снижается по мере отработки выемочного участка вследствие большей дегазации угольного массива, дренированного ранее пройденными подготовительными выработками.

При прохождении подготовительных выработок длиной до 2000 м на шахтах треста Осинникиуголь компрессия и производительность каскадной установки, а также утечки и количество воздуха, поступавшее в забой, характеризовались следующими данными [16]:

при установке двух вентиляторов компрессия, создаваемая ими, колебалась от 380 до 410 мм вод. ст., производительность — от 175 до 180 м³/мин, утечки воздуха — от 6 до

11%, количество воздуха, поступившее в забой,— от 156 до 170 м³/мин;

при трех вентиляторах компрессия достигала 410—440 мм вод. ст., производительность — 195—200 м³/мин, утечки — 9,7—12,5%, количество воздуха — 131—171 м³/мин;

при четырех вентиляторах компрессия составляла от 410 до 420 мм вод. ст., производительность от 200 до 216 м³/мин, утечки — от 13 до 14%, количество воздуха — от 185 до 186 м³/мин;

при пяти вентиляторах компрессия изменялась от 390 до 410 мм вод. ст., производительность — 220 м³/мин, утечки — от 15 до 16%, количество воздуха в забое — 188 м³/мин.

Таким образом, даже при современных технических средствах проветривания вполне возможно организовать проветривание подготовительных выработок, проходимых одиночной выработкой по газоносным пластам тонким и средней мощности.

Глава IV

ПРОВЕТРИВАНИЕ И МЕТАНООБИЛЬНОСТЬ ПРИЗАБОЙНОГО ПРОСТРАНСТВА

§ 1. МЕТАНОВЫДЕЛЕНИЕ ИЗ ВЫРАБОТАННОГО ПРОСТРАНСТВА В ПРИЗАБОЙНОЕ

Для определения количества метана, поступающего из разрабатываемого пласта и выработанного пространства в призабойное пространство, был применен метод поперечных газовых съемок по нескольким сечениям призабойного пространства. Призабойное пространство лавы по падению и по простиранию разбивалось на отдельные участки. За один участок по простиранию принималось пространство между двумя соседними стойками. По падению сечения призабойного пространства были расположены на расстоянии 25, 50, 75, 100 м и т. д., от нижнего штрека (промежуточного или основного) — в направлении к вентиляционному штреку. Набор проб и замер скорости воздуха производился одновременно на всех участках поперечного сечения призабойного пространства. Результат определялся как среднее из 2—3 замеров.

Наиболее характерные результаты поперечных газовых съемок, проведенных в верхних сечениях лавы 25 южной шахты Капитальная-II (в 10—15 м от вентиляционного штрека), представлены на рис. 5.

Более подробные данные о метановыделении из выработанного пространства в призабойное по некоторым лавам приведены в табл. 5.

Проведенными исследованиями установлено, что с ускорением подвигания очистного забоя количество метана, выделяющегося в призабойное пространство из разрабатываемого пласта, увеличивается, в то время как количество метана, поступающее из выработанного пространства в призабойное, уменьшается (рис. 6).

Рост количества метана, выделяющегося из разрабатываемого пласта, объясняется увеличением количества угля, добы-

Результаты поперечных газовых съемок в призабойных пространствах очистных забоев

Индекс пласта	Мощность пласта, м	Угол падения, град.	Лавы	Длина лавы, м	Метановыделение						Порядок отработки	
					из призабойного пр-ва		из разработ. пласта		из выработ. пр-ва в призабойное			по участку м ³ /мин
					м ³ /мин	% от уч.	м ³ /мин	% от пр.	м ³ /мин	% от пр.		

Шахта Капитальная-I

П-2	0,9	20	132	228	2,10	71,0	1,78	85,0	0,32	15,0	2,98	обратный
П-2	1,0	23	132	176	1,40	75,0	1,26	90,0	0,14	10,0	1,86	"
П-2	1,0	22	132	162	1,53	57,0	1,33	47,0	0,20	13,0	2,73	прямой
П-2	0,9	20	126	172	1,90	67,0	1,56	82,0	0,34	18,0	2,82	"
П-2	1,0	26	194	186	1,52	49,0	1,20	77,0	0,35	23,0	3,12	"
П-2	1,10	22	170	252	2,28	53,0	1,5	66,0	0,78	34,0	4,32	"
П-4	0,93	27	196	122	1,16	77,0	1,0	90,0	0,16	10,0	1,56	"
П-4	0,9	25	137	116	1,36	64,0	0,98	72,0	0,38	28,0	2,12	прямой
П-4	0,9	23	69	120	1,42	72,0	0,98	69,0	0,44	31,0	1,96	"
К-1	0,9	21	151	132	1,66	63,0	1,01	61,0	0,65	39,0	2,63	"
К-1	1,0	21	202	141	1,68	72,0	1,43	85,0	0,25	15,0	2,32	обратный

Шахта Капитальная-II

Е-6	1,55	25	25 верхняя	136	1,56	73,0	1,36	87,0	0,2	13,0	2,14	обратный
Е-6	1,56	23	25 верхняя	138	1,22	69,0	1,04	85,0	0,18	15,0	1,76	"
Е-6	1,48	20	25 нижняя	143	1,68	80,0	1,37	81,7	0,31	18,3	1,12	"
Е-6	1,53	28	25 средняя	121	1,92	56,0	1,11	68,0	0,81	42,0	3,40	прямой
Е-6	1,50	20	15	124	1,63	72,0	1,11	68,0	0,52	32,0	2,27	"
Е-6	1,54	15	14	134	2,24	60,0	1,38	61,7	0,86	38,3	3,75	"
Е-4	1,34	28	132	112	1,63	69,0	1,31	80,0	0,32	20,0	2,38	обратный
Е-4	1,30	35	78 южная	86	0,96	77,0	0,84	88,0	0,12	12,0	1,24	"
Е-4	1,35	30	84	96	1,24	68,0	0,79	64,0	0,45	36,0	1,83	прямой
Е-4	1,5	35	45 южная	92	1,32	77,0	1,02	78,0	0,30	22,0	1,72	"
Е-4	1,5	35	45 северная	88	1,16	84,0	1,01	85,0	0,18	15,0	1,38	обратный
Е-1	1,56	35	74 южная	96	0,92	89,0	0,77	83,0	0,15	17,0	1,03	"
Е-1	1,60	40	74 северная	85	0,80	76,0	0,56	70,0	0,25	30,0	1,06	прямой

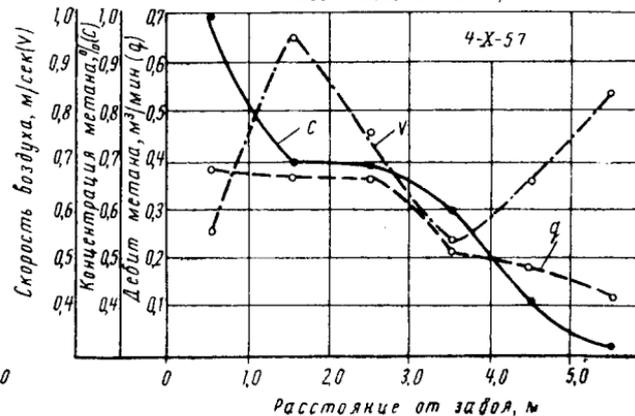
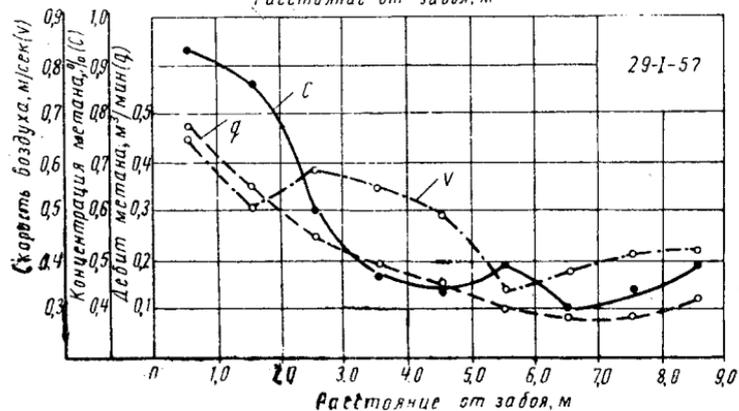
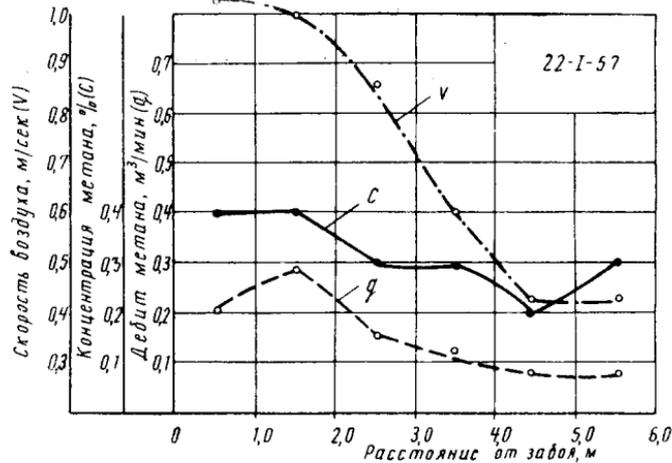
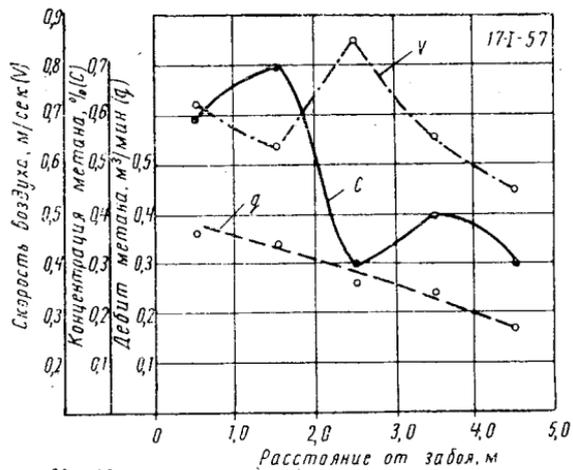


Рис. 5. Распределение скорости движения воздуха, концентрации и дебита метана по сечению призабойного пространства лавы 25

ваемого в единицу времени и более интенсивным метановыделением из свежееобнаженной поверхности угольного забоя.

Уменьшение метановыделения из выработанного пространства в призабойное объясняется тем, что при увеличении скорости подвигания очистного забоя уменьшается аэроди-

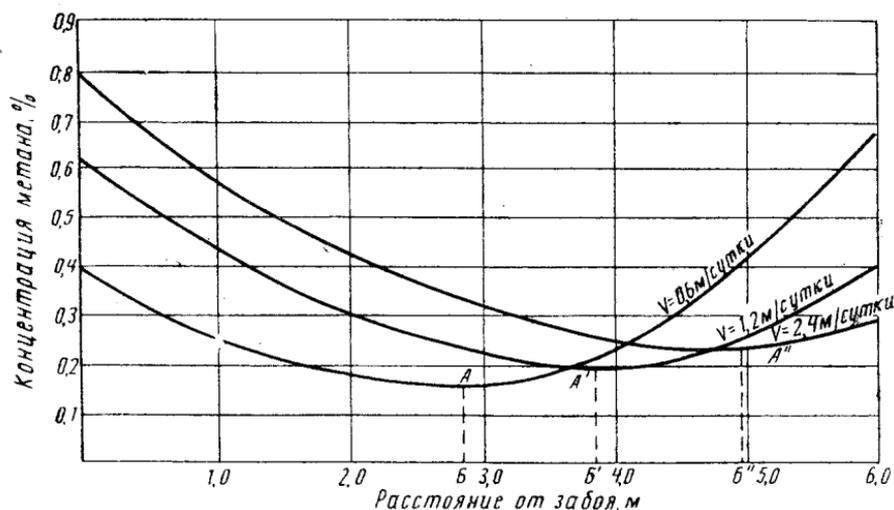


Рис. 6. Схема распределения концентрации метана по сечению призабойного пространства в зависимости от подвигания забоя

намическое сопротивление выработанного пространства и бутовой полосы под вентиляционным штреком. При этом создаются благоприятные условия для перемещения метана из призабойного пространства в выработанное, а из выработанного пространства непосредственно на вентиляционный штрек. И, наоборот, с уменьшением скорости подвигания очистного забоя увеличивается уплотнение выработанного пространства и бутовой полосы, что способствует притоку воздуха, а следовательно и газа, из выработанного пространства в призабойное.

Таким образом, сокращение метановыделения из выработанного пространства в призабойное при увеличении скорости подвигания очистного забоя происходит в результате уменьшения:

- 1) утечки воздуха из выработанного пространства в призабойное вследствие уменьшения уплотнения выработанного пространства и поступления утечек воздуха непосредственно на вентиляционный штрек;

- 2) разница в парциальном давлении метана в выработанном и призабойном пространствах.

Ввиду многообразия факторов, влияющих на величину метановыделения из выработанного пространства в приза-

бойное, трудно определить роль каждого из этих факторов в общем газовом балансе участка.

Однако в результате анализа данных наблюдений в построенных по ним графиков (рис. 7) получена зависимость метановыделения из выработанного пространства в призабойное от скорости подвигания очистного забоя

$$I_b = I_1 \sqrt{\frac{r_1}{r}}, \frac{м^3}{мин}, \quad (9)$$

где I_1 — метановыделение из выработанного пространства в призабойное при фактической скорости подвигания очистного забоя r_1 м/сутки, $\frac{м^3}{мин}$;

I_b — метановыделение из выработанного пространства в призабойное при ожидаемой скорости подвигания очистного забоя r м/сутки, $\frac{м^3}{мин}$.

На основании проведенных исследований сделан вывод, что в условиях изученных выемочных участков при обработке

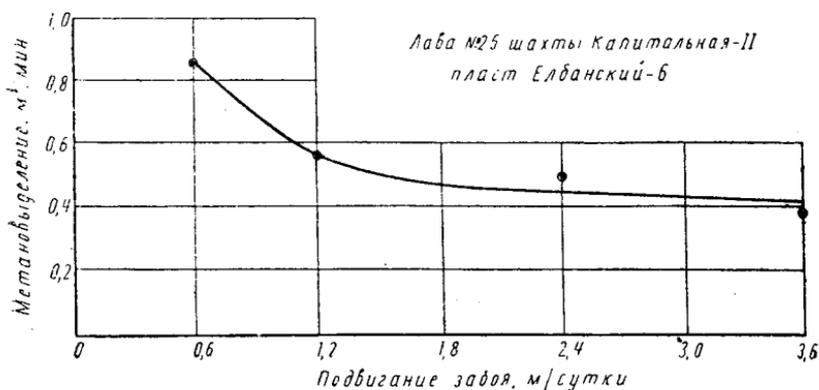
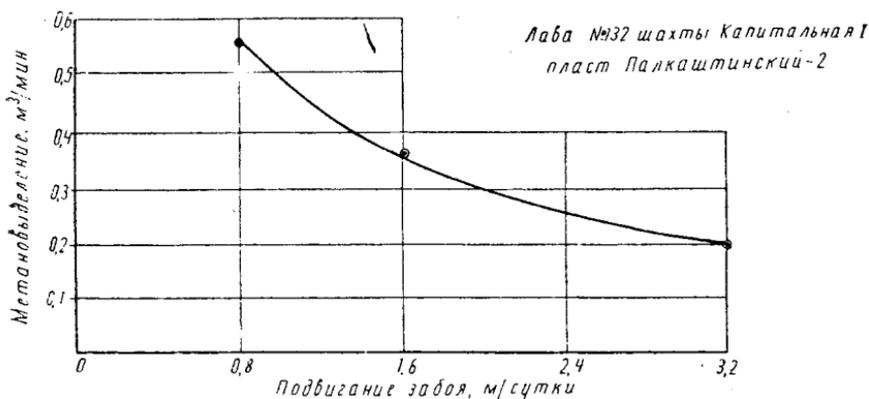


Рис. 7. Метановыделение из выработанного пространства в призабойное в зависимости от скорости подвигания забоя

в соотношении аэродинамических сопротивлений призабойного и выработанного пространств и выхода из лавы в вентиляционный штрек, обработка выемочных участков обратным ходом может оказаться более благоприятной в отношении утечек воздуха, так как в данном случае они сосредоточены на небольшом отрезке выработанного пространства, чем и обеспечивается эффективное удаление метана из него, непосредственно на вентиляционный штрек.

Изучение метановыделения из разрабатываемого пласта и вмещающих пород в призабойное пространство (при изоляции его от выработанного) показало (рис. 8 и 9), что относительная метанообильность призабойного пространства не

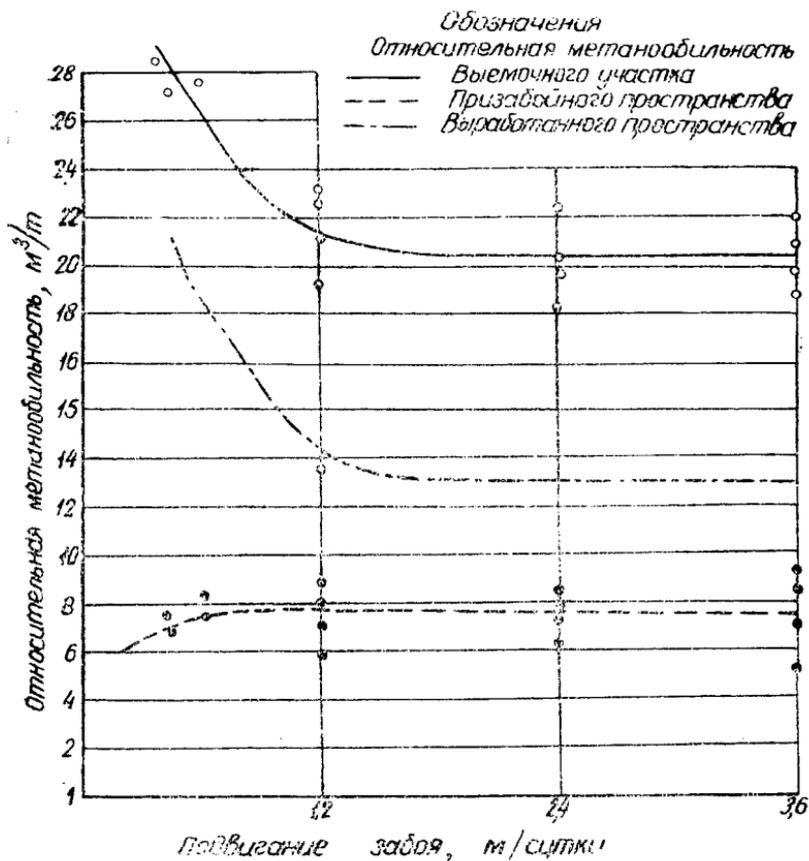


Рис. 9. Зависимость относительной метанообильности участка от скорости подвигания очистного забоя лавы 84 шахты Капитальная-11

зависит от скорости подвигания очистного забоя. Поскольку метановыделение из вмещающих пород в пределах призабойного пространства происходит главным образом при развитии трещиноватости в них, то можно считать, что этот вид

выделения метана фактически не имеет места в пределах призабойного пространства. Так как интенсивность выделения метана из угля, отторгнутого от массива, быстро снижается во времени, то практически можно не учитывать количество метана, выделяющегося из угля за время доставки его от лавы до поверхности. Тогда после указанных допущений ожидаемую метанообильность, обусловленную выделением метана из разрабатываемого пласта, можно определить по формуле Г. Д. Лидина [7].

$$q_n = X_0 - X_1, \frac{м^3}{T}. \quad (10)$$

Природная метаноносность угольных пластов с достаточной точностью может быть определена экспериментально, путем специального отбора кернов угля из скважин или замера газового давления в угольных пластах и изучения газоемкости угля. Остаточная метаноносность угля, выданного на поверхность, приближенно отвечает метаноемкости углей при давлении газа, равном 1 ат, и для крупного кускового антрацита — 1,5—2,0 ат.

При расчете количества воздуха, необходимого для проветривания призабойного пространства, вычисленное значение ожидаемой метанообильности по формуле (10), необходимо умножить на коэффициент неравномерности выделения метана, зависящий от интенсивности и способов выемки угля.

На основании наших исследований можно рекомендовать следующие коэффициенты неравномерности метановыделения в зависимости от способов выемки и скорости подвигания очистных забоев (табл. 6).

Таблица 6

Значения коэффициентов неравномерности метановыделения в зависимости от интенсивности и способов выемки

Способ выемки	Коэффициент неравномерности метановыделения при подвигании забоев, м/сутки	
	до 2,0	свыше 2,0
Врубковые машины	2,0	1,6
Комбайны „Донбасс“	1,4	1,3
Отбойные молотки и струги	1,2	1,1

Таким образом, угольные струги имеют большие перспективы для разработки пластов значительной метаноносности. При выемке угля стругами происходит скалывание сравнительно тонкой ленты угля. При этом обнажается уголь, значительно дегазированный. Метановыделение из него происходит

в меньших масштабах, чем из забоя, обнажаемого комбайном или врубовой машиной. С другой стороны, при работе струга уголь измельчается значительно меньше, поэтому и интенсивность выделения метана из него ниже. Кроме того, струг перемещается вдоль забоя и выделяющийся при этом метан распределяется равномерно по призабойному пространству.

В связи с этим при наличии других благоприятных условий следует рекомендовать струги для разработки угольных пластов с высокой метаноносностью, предварительная дегазация которых невозможна или затруднена.

§ 2. ОБЩИЙ ГАЗОВЫЙ БАЛАНС ПРИЗАБОЙНОГО ПРОСТРАНСТВА

Общая метанообильность призабойного пространства лавы обусловлена метановыделением из разрабатываемого пласта, из выработанного пространства в призабойное и метановыделения из подготовительных выработок, омываемых воздушной струей, входящей в призабойное пространство очистного забоя.

Относительная метанообильность, обусловленная метановыделением из разрабатываемого пласта, определяется по формуле (10).

Относительную метаноносность, обусловленную выделением метана из выработанного пространства в призабойное, можно определять по формуле

$$q_b = \frac{1440I_1}{D_1} \sqrt{\frac{r_1}{r}}, \frac{M^3}{T}. \quad (11)$$

Относительная метанообильность, обусловленная выделением метана из подготовительных выработок, определяется по формулам:

для обратного хода

$$q_{п.о.} = \frac{2V_0Sb(\sqrt{t_1} - \sqrt{t_2})}{D(t_1 - t_2)}, \frac{M^3}{T}, \quad (12)$$

для прямого хода

$$q_{п.п.} = \frac{2V_0Sb}{D\sqrt{t_1}} + \frac{(x_0 - x_1)r_{п}S_{п}\gamma}{D}, \frac{M^3}{T}. \quad (13)$$

Тогда относительная метанообильность призабойного пространства в зависимости от скорости подвигания очистного забоя и порядка отработки выемочного участка может быть определена по формулам:

1) при отработке участка обратным ходом

$$q_{п.о.} = (x_x - x_1) + \frac{1440I_1}{D_1} \sqrt{\frac{r_1}{r}} + \frac{2V_0Sb(\sqrt{t_1} - \sqrt{t_2})}{D(t_1 - t_2)}, \frac{M^3}{T}, \quad (14)$$

где D_1 — суточная добыча угля при подвигании очистного забоя r_1 м/сутки, t ;

D — суточная добыча угля при подвигании очистного забоя r м/сутки, т;

x_d — средняя метаноносность столба угля, дренированного подготовительными выработками, $\frac{м^3}{T}$.

2) при отработке участка прямым ходом

$$q_{\text{пр.п.}} = (x_d - x_1) + \frac{1440I_1}{D_1} \sqrt{\frac{r_1}{r}} + \frac{2V_0 S b}{D \sqrt{t_1}} + \frac{(x_0 - x_1) \cdot r_{\text{п}} \cdot S_{\text{п}} \gamma}{D}, \frac{м^3}{T}. \quad (15)$$

Значения относительной метанообильности призабойных пространств по уравнениям (14) и (15) можно определить при сплошной и столбовой системах разработки с возвратно-точными схемами проветривания, если известно метановыделение из выработанного пространства в призабойное при какой-либо скорости подвигания очистного забоя.

Из сравнения уравнений (14) и (15) следует, что относительная метанообильность призабойного пространства при отработке выемочных полей обратным ходом меньше, чем таковая при прямом ходе. Это объясняется предварительным дренированием пласта подготовительными выработками, меньшим метановыделением из выработанного пространства в призабойное и меньшим метановыделением из подготовительных выработок.

§ 3. ПРОВЕТРИВАНИЕ ПРИЗАБОЙНОГО ПРОСТРАНСТВА

Известно, что увеличение скорости воздушной струи не только снижает содержание метана вблизи выемочных машин, но и ускоряет процесс смешивания метана с воздухом, что очень важно, так как метановыделение при зарубке и работе комбайна происходит на небольшом участке лавы и в значительном количестве.

Так, при увеличении скорости воздушной струи в среднем в 2,12 раза содержание метана над моторной частью уменьшается в 2,06 раза и у бара в 1,62 раза [19]. Наиболее эффективной мерой борьбы с большими концентрациями метана во время зарубки врубовой машиной является интенсивное проветривание очистных забоев.

В призабойном пространстве работают выемочные и доставочные механизмы, питаемые электроэнергией, здесь же производятся взрывные работы, то есть это место является активным как в смысле источников метановыделения, так и причин, способных воспламенить метан, поэтому снижение интенсивности проветривания вблизи груди забоя ухудшает безопасность работ.

В практике работ шахт трестов Осинникиуголь и Куйбышевуголь в Кузбассе при отработке прямым ходом имели

место случаи воспламенения метана во время работ по выемке угля в очистных забоях вследствие недостаточной интенсивности проветривания призабойного пространства. Загорание метана во время ведения взрывных работ, а также при работе врубовых машин и комбайнов представляет большую опасность, поэтому в целях снижения концентрации метана вблизи забоя необходимо иметь максимальную скорость воздушной струи. Для осуществления данного мероприятия большинство исследователей в качестве меры борьбы с подобными скоплениями метана для направления струи воздуха непосредственно к груди забоя рекомендуют применять переносные брезентовые щитки, что конечно нельзя считать эффективным и безопасным, так как использование щитков для интенсификации проветривания представляет собой временное и ненадежное мероприятие.

Результаты замеров средних скоростей движения воздуха (а следовательно, и количеств воздуха в призабойном пространстве показывают (табл. 7), что структура воздушной струи зависит от схемы проветривания выемочного участка. Так, например, при обратном ходе с возвратноточной схемой проветривания наибольшая скорость струи воздуха наблюдается на расстоянии 1,0—3,0 м от груди забоя и сохраняется по всей длине лав.

Прямой ход с той же схемой проветривания характеризуется (для рассматриваемых условий) тем, что структура струи изменяется по длине лавы, вследствие поступления утечек воздуха из выработанного пространства в призабойное в верхней средней или нижней частях лав. Поэтому максимальная скорость воздуха в призабойном пространстве наблюдается вблизи выработанного пространства.

Из табл. 7 следует, что при отработке обратным ходом воздушная струя эффективно омывает призабойное пространство лав и в снижении содержания метана участвует в основном воздух, проходящий вблизи забоя, т. е. скорость, а следовательно, и количество воздуха, больше в том месте, где наиболее интенсивно выделяется метан. Иное положение наблюдается при отработке прямым ходом, когда основное количество воздуха проходит ближе к выработанному пространству и при незначительном увеличении сопротивления в призабойном пространстве (при работе комбайна или врубовой машины) воздушная струя легко отклоняется к выработанному пространству, что значительно снижает эффективность борьбы с метаном, выделяющимся из свежееобнаженной поверхности и отбитого угля.

Вследствие незначительных скоростей движения воздуха вблизи груди забоя при отработке прямым ходом почти исключается возможность непрерывной и тем более одновременной работы двух врубовых машин по зарубке угля в газовых

Распределение скорости воздушной струи по сечениям
призабойных пространств

Шахта	Лава	Порядок отработки	Дата на- блюде- ний 1957 г.	Средняя скорость движения воздуха по призабойному простран- ству на расстоянии, м, от — до						
				0—1,2	1,2—2,4	2,4—3,6	3,6—4,8	4,8—6,0	6,0—7,2	7,2—8,4
				от груди очистного забоя						
Капитальная-I	138	обратный	25/X	1,28	1,38	1,32	1,25	—	—	—
	123	прямой	18/X	0,7	1,24	1,36	1,42	—	—	—
	98	прямой	26/X	1,10	—	1,20	1,24	—	1,36	—
	132	обратный	6/I	1,46	1,46	1,32	1,30	—	—	—
Капитальная-II	25	прямой	19/IX	0,87	0,87	1,10	1,20	—	—	—
	25	обратный	22/I	1,04	0,98	0,86	0,6	0,42	0,42	—
	25*	обратный	23/V	1,55	1,55	1,55	1,45	1,35	—	—
	67*	обратный	13/V	0,25	0,25	0,3	0,2	0,15	0,15	0,10
№ 9	45	прямой	17/IX	1,7	1,7	1,5	1,8	1,9	—	—
	41	обратный	18/IX	0,66	0,55	0,50	0,50	—	—	—
	48	обратный	13/IX	0,82	0,97	0,87	0,55	—	—	—

* Газовые съемки произведены участком вентиляции.

шахтах, в то время как можно привести ряд примеров одновременной работы двух врубовых машин в лавах № 132, 163, 136 и 133, обрабатываемых обратным ходом на шахте Капитальная-1.

В лавах пластов Е-5, Е-6 (шахта Капитальная-11), после одновременного взрывания 10—40 шпуров вследствие значительного увеличения площади обнажения и превращения большого количества угля в мелочь, концентрация метана в верхней части лавы при отработке прямым ходом повышалась до 1,5—2,0% и сохранялась в течение 6—10 часов. С переходом на отработку этих пластов обратным ходом опасные концентрации метана в призабойном пространстве были полностью ликвидированы. В лавах: 12 восточной во время работы комбайна, в 12 западной (шахта № 7/8 им. Калинина) и 12 западной (шахта № 9 Капитальная), обрабатываемых прямым ходом, во время работы врубовых машин через каждые 5—7 м вруба содержание метана на расстоянии 5—8 м от машин по ходу вентиляционной струи превышало 2% и для снижения концентрации машины часто простаивали. В 9 западной (шахта № 7/8 им. Калинина) и 8 западной (шахта № 9 Капитальная) лавах, обрабатываемых обратным ходом, опасных концентраций метана на данном расстоянии не наблюдалось.

За время наблюдений скорость воздуха в призабойном пространстве в лавах, обрабатываемых прямым ходом, была всегда ниже 2 м/сек и преимущественно составляла 0,5—1,2 м/сек, в то время как при отработке обратным ходом скорости составляли 1,0—2,0 м/сек.

Из приведенных примеров следует, что в некоторых случаях переход на отработку обратным ходом позволит ликвидировать опасные концентрации метана и тем самым увеличить интенсивность разработки пласта. В табл. 8 приведены средние концентрации метана вблизи ведущей части врубовой машины и на расстоянии 6 м от машины по ходу вентиляционной струи при различных порядках отработки.

Таким образом, результаты исследований эффективности проветривания призабойных пространств при различных порядках отработки выемочных участков (с возвратноточными схемами проветривания) позволили установить, что увеличение концентрации метана во время выемки угля при отработке прямым ходом происходит не только в результате увеличения поверхности обнажения и разрыхления больших масс угля, но и является результатом недостаточной интенсивности проветривания призабойного пространства, вследствие значительных утечек воздуха через выработанное пространство, которые при данной схеме достигают 50% и более от количества воздуха, поступающего на участок.

При отработке обратным ходом весь воздух, поступающий на участок, поступает в лаву и только часть его (в наших случаях до 30%) проходит через выработанное пространство, непосредственно прилегающее к призабойному пространству, поэтому уголь, измельченный в процессе выемки, сразу

Таблица 8

Шахта	Индекс пласта	Метано-выделение с участка, м ³ /мин	Средняя концентрация метана, %			
			при отработке прямым ходом		при отработке обратным ходом	
			у ведущей части	в 6 м от машины	у ведущей части	в 6 м от машины
Капитальная — I	П—2	3,1	1,1	0,6	0,5	0,1
Капитальная — I	П—4	1,5	0,9	0,4	0,5	0,2
Капитальная — II	К—5	1,9	1,6	0,8	0,6	0,2
Капитальная — II	Е*—6	3,2	5,8	3,2	2,7	1,5
Капитальная — II	Е*—4	2,1	2,8	1,6	1,2	0,3
№ 9 Капитальная	h ₈	1,8	3,2	1,5	1,2	0,4
№ 7/8 им. Калинина	h ₁₀	1,6	4,6	2,0	2,2	0,6

* При работе комбайна „Донбасс“.

попадает в сильный воздушный поток, проходящий по призабойному пространству очистного забоя. В результате чего в местах значительного метановыделения (свежеобнаженная поверхность и отбитый уголь) происходит интенсивное перемешивание метана с воздухом и концентрация метана не достигает столь высоких значений, как это наблюдается при прямом ходе. Вследствие этого при отработке обратным ходом работа врубовых машин и комбайнов производится обычно непрерывно, без остановок из-за высоких концентраций метана вблизи рабочих органов машин.

Таким образом, отработка выемочных участков обратным ходом позволяет повысить эффективность борьбы с метаном, так как в данном случае подаваемый в призабойное пространство воздух расходуется более рационально, чем при прямом ходе.

Глава V

ПРОВЕТРИВАНИЕ И МЕТАНООБИЛЬНОСТЬ ВЫРАБОТАННОГО ПРОСТРАНСТВА ВЫЕМОЧНОГО УЧАСТКА

Для определения метановыделения из выработанного пространства на вентиляционный штрек были проведены продольные газовые съемки. В этом случае пункты наблюдений располагаются по ходу вентиляционной струи следующим образом: 1-й — на сопряжении лавы с вентиляционным штреком, 2-й—10 м, 3-й—20 м, 4-й—30 м и т. д. до места, где не наблюдаются утечки воздуха из выработанного пространства. Наиболее интенсивное метановыделение на вентиляционный штрек при отработке прямым ходом наблюдается на первых 50—80 м штрека от забоя лавы. По мере удаления от забоя утечки воздуха через выработанное пространство уменьшаются вследствие уплотнения обрушенных пород, что в свою очередь вызывает сокращение метановыделения. Основным фактором, вызывающим метановыделение на данном отрезке штрека, является величина утечек воздуха, выносящих метан непосредственно на вентиляционный штрек или в призабойное пространство лав, поэтому концентрация метана, а следовательно, и его дебит на расстоянии 80—100 м часто в два-три раза превосходит таковой вблизи забоя. Таким образом, наиболее интенсивное метановыделение из выработанного пространства при сплошной системе происходит вблизи забоя и по мере удаления от забоя постепенно снижается.

Прекращение метановыделения из выработанного пространства на вентиляционный штрек на расстояниях больших 50—100 м от забоя лавы объясняется тем, что происходит уплотнение выработанного пространства, при котором метановыделение из пластов, пропластков и пород, залегающих в кровле и почве разрабатываемого пласта, прекращается.

Следует отметить, что исследования метановыделения из выработанного пространства на вентиляционный штрек были проведены в основном при сплошной системе разработки. Характер метановыделения из выработанного пространства на

вентиляционный штрек при столбовой системе разработки будет несколько другой ввиду отсутствия значительных дополнительных источников метана [11, 12].

Известно, что между вентиляционным и откаточным штреками всегда имеется разность давления, которая вызывает утечки воздуха через сбойки и обрушенные породы непосредственно на вентиляционный штрек, вынося с собой большие количества метана. Утечки воздуха, обусловленные этой причиной, имеют место при любых вариантах сплошной системы разработки. Результаты замеров показывают (табл. 9), что во всех случаях при сплошной системе имеют место значительные утечки воздуха. Поэтому несмотря на относительно боль-

Таблица

Утечки воздуха при прямом ходе

Шахта	Лавы	Количество воздуха, м ³ /мин, поступающего		Утечки, м ³ /мин	% утечек
		на участок	в лаву		
Капитальная — I	209	274	171	103	37,6
	132	315	215	100	31,8
	194	900	540	360	40,0
	170	420	285	135	32,2
	123	564	303	171	30,4
Капитальная — II	98	520	372	148	28,5
	25 северная	362	284	78	21,5
	43	430	264	166	38,6
	33	502	254	248	49,4
	47	327	231	96	29,4
Шахта № 9	45 южная	380	245	135	35,6

шое количество воздуха, поступающего на участки, очень часты случаи, когда при сплошной системе на вентиляционном штреке и в призабойном пространстве лав имеет место содержание метана 1% и более. Перемычки (чураковые на глине, засыпные из теса и т. д.), сооружаемые в сбойках с основных штреков в лаву, после использования этих выработок для целей сообщения с очистными забоями, под влиянием горного давления и времени теряют свою герметичность и поэтому наличие подобных перемычек не устраняет утечек воздуха.

Особо важную роль играют утечки воздуха в условиях форсированного подвигания очистного забоя. Поэтому в связи с достигнутым уровнем интенсификации разработки выемочных полей и необходимостью дальнейшего улучшения использования очистного забоя весьма важно изучить причины утечек воздуха и выяснить возможности их устранения для дальнейшей интенсификации процессов угледобычи.

Результаты исследований утечек воздуха через выработанное пространство при отработке выемочного участка прямым ходом при управлении кровлей полным обрушением и при широком диапазоне изменения скоростей подвигания очистных забоев (20—100 м/месяц) позволили установить:

1) Утечки воздуха через выработанное пространство наблюдаются в основном в части его, отработанной за последние два месяца.

2) Увеличение подвигания очистного забоя значительно увеличивает утечки воздуха, что в свою очередь создает условия для дополнительного повышения концентрации метана в забое вследствие уменьшения количества воздуха, проходящего по призабойному пространству.

3) При разработке пластов с труднообрушающимися породами утечки воздуха достигают еще больших величин и ускорение подвигания лав становится затруднительным.

4) Значительные утечки воздуха через выработанное пространство ухудшают газовую обстановку на участке и особенно непосредственно в очистном забое. Поэтому для многих участков, разрабатывающих метаноносные пласты, утечки воздуха могут явиться тормозом для увеличения нагрузки на участок.

Если обозначим:

L_2 — длина выработанного пространства по простиранию пласта, м;

r — подвигание очистного забоя, м/сутки;

t — время отработки участка на длину L_2 при подвигании r , сутки;

τ — время уплотнения выработанного пространства, сутки;

То условие наличия или отсутствия утечек воздуха через выработанное пространство можно характеризовать следующими неравенствами:

$t = \frac{L_2}{r} > \tau$ — утечки воздуха отсутствуют;

$= \frac{L_2}{r} < \tau$ — утечки воздуха имеются.

С увеличением метанообильности выемочных участков принимались различные мероприятия по увеличению количества воздуха, поступающего в лаву:

а) сокращались утечки воздуха путем тщательной закладки отработанных печей с основного штрека в лаву, заменялись целики угля чураковыми стенками, выкладываемыми на глиняном растворе и т. д.

б) устанавливались более мощные вентиляторы, увеличивалось число оборотов вентиляторов путем замены шкивов и моторов.

Однако желаемого результата не было достигнуто. Таким образом, обработка выемочных полей прямым ходом является неблагоприятной не только в отношении значительных утечек воздуха, но в отношении успешной борьбы с ними.

При сплошной системе разработки с увеличением подвигания лав утечки воздуха значительно увеличиваются вследствие уменьшения уплотнения выработанного пространства. Поэтому увеличивается и интенсивность вымывания метана из пустот и трещин, то есть эффект, получаемый от улучшения состояния вмещающих пород при увеличении подвигания лав, снижается. Поэтому даже при своевременном проведении подготовительных выработок сплошная система все же будет тормозить рост подвигания очистных забоев. Проведенные наблюдения за утечками воздуха при форсированном подвигании очистных забоев со всей очевидностью доказывают справедливость высказанных нами соображений о несовместимости форсированного подвигания и сплошной системы разработки. Метановыделение из призабойного пространства лав, в которых проводились наблюдения, составляло в отдельные периоды 3—4 м³/мин. Для того чтобы в струе воздуха, выходящей из лавы, концентрация метана составляла менее 1%, требуемое количество воздуха, омывающего лаву, должно быть более 300—400 м³/мин. Подать такое количество воздуха при форсированном подвигании лав и прямопропорциональном увеличении утечек воздуха не всегда возможно.

При форсированном подвигании очистных забоев, обрабатываемых прямым ходом, крайне усложняется вопрос проветривания подготовительных выработок, в частности основного штрека, т. к. вследствие недостаточного количества воздуха, поступающего к вентилятору частичного проветривания, часто наблюдается рециркуляция воздуха.

При обработке выемочных участков обратным ходом через выработанное пространство, непосредственно прилегающее к призабойному, утечки воздуха (в данном случае термин «утечки» теряет свой смысл) составляют от 10 до 30% от общего количества воздуха, поступающего на участок (табл. 10).

Поступление метана из выработанного пространства в призабойное при обработке обратным ходом возможно только в случае отсутствия утечек воздуха через выработанное пространство, т. к. метан в этом случае будет перемещаться вследствие различия парциального давления его в выработанном и призабойном пространствах.

Но ввиду того что утечки воздуха на пластах мощностью 0,6—1,6 м имеются во всех случаях, то метан, перемещающийся вследствие диффузии, достигнув проветриваемой зоны выработанного пространства, разжижается и выносится на

Утечки воздуха через выработанное пространство при обратном ходе

Шахта	Лавы	Мощность пласта, м	Породы непосредственной кровли	Длина лавы, м	Подвижение, м/сутки	Кол-во воздуха, проходящее по: м ³ /мин			% утечек через выработанное пространство	Ширина проветриваемой зоны, м
						основному штреку	призбойному пространству	выработанному пр-ву		
Комбинат Кузбассуголь										
Капитальная — I	158	0,96	аргиллит	196	1,6	464	408	56	12,1	14
	146	1,05	аргиллит	182	1,6	280	220	60	21,4	13,0
	187	0,94	песчаник	116	1,45	360	253	107	29,8*	—
	198	1,46	аргиллит	122	1,45	360	286	74	20,6*	—
	132	1,0	аргиллит	252	2,90	348	280	68	19,5	16
	186	1,0	аргиллит	238	1,6	361	299	62	17,1	—
Капитальная — II	152	0,95	аргиллит	156	1,45	244	208	36	14,7	12
	25	1,5	аргиллит	138	1,2	360	294	66	18,3	—
	25	1,5	аргиллит	138	2,4	370	281	89	24,0	—
	32	1,4	песчаник	146	1,2	424	342	82	19,4	—
Шахта № 9	43	1,36	песчаник	105	1,2	220	180	40	18,2	—
	45	0,95	аргиллит	122	1,2	340	281	59	17,3	—

Комбинат Сталинуголь (Донбасс)

№ 7/8 им. Калинина	9 запад.	0,65	аргиллит	86	1,65	162	138	24	14,8	—
№ 9 Капитальная	8 запад.	0,65	аргиллит	91	1,65	224	188	36	16,0	—

* Съемки произведены непосредственно после обрушения пород, т. е. при минимальной ширине призбойного пространства.

вентиляционный штрек позади очистного забоя. Так как подобное разжижение совершается непрерывно, то перемещение метана за счет диффузии из выработанного пространства в призабойное при наличии утечек воздуха через выработанное пространство, непосредственно прилегающее к призабойному, ограничено.

Ширина проветриваемой зоны выработанного пространства зависит от ряда причин и в первую очередь от количества воздуха, поступающего в лаву, и воздухопроницаемости этой зоны. В данной зоне по всей длине лавы двужущийся поток воздуха создает как бы барьер потоку метана, направленному в сторону призабойного пространства. После обрушения кровли (при выемке первой ленты) сопротивление призабойного пространства движению воздуха увеличивается, а сопротивление выработанного пространства уменьшается, поэтому утечки воздуха и глубина их проникновения в выработанное пространство увеличиваются.

При увеличении скорости подвигания очистного забоя уменьшается уплотнение выработанного пространства, что способствует увеличению утечек воздуха и более интенсивному удалению метана из зоны, непосредственно прилегающей к призабойному пространству, чем и обеспечивается безопасность работ в последнем.

Исследование относительной метанообильности выработанного пространства при увеличении скорости подвигания очистного забоя показало (рис. 10), что эта зависимость описывается уравнением (при обратном ходе)

$$C = \frac{100 \cdot B \cdot a}{q_r \cdot \sqrt{r}}, \quad \%, \quad (16)$$

где C — изменение относительной метанообильности выработанного пространства при скорости подвигания очистного забоя r м/сутки по отношению к относительной метанообильности q при подвигании $r=0,6$ м/сутки, %;

B — постоянный коэффициент, характеризующий начальную относительную метанообильность выработанного пространства, м³/т (табл. 11);

$a = \left(\frac{m}{сутки}\right)^{1/2}$ — размерный коэффициент при r , выражаемой в м/сутки $a=1$

Уменьшение относительной метанообильности выработанного пространства при увеличении скорости подвигания очистного забоя может быть объяснено следующим образом.

Исследованиями проявлений горного давления, проведенными как у нас, так и за рубежом, установлено, что оседание

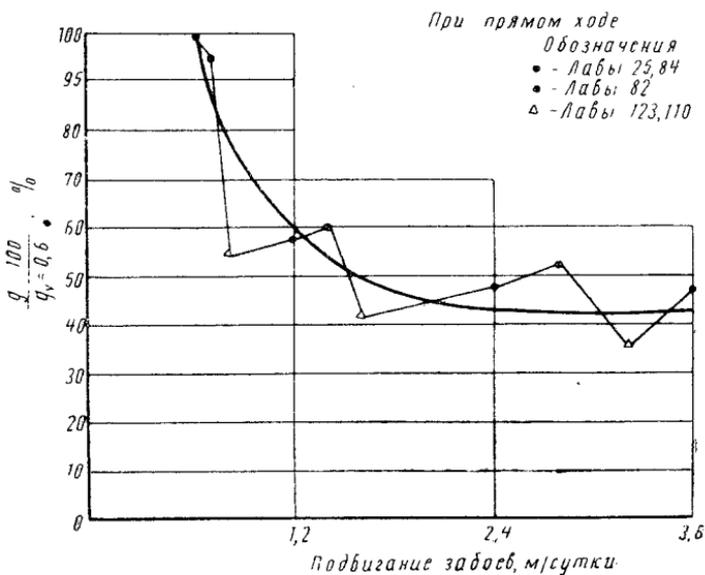
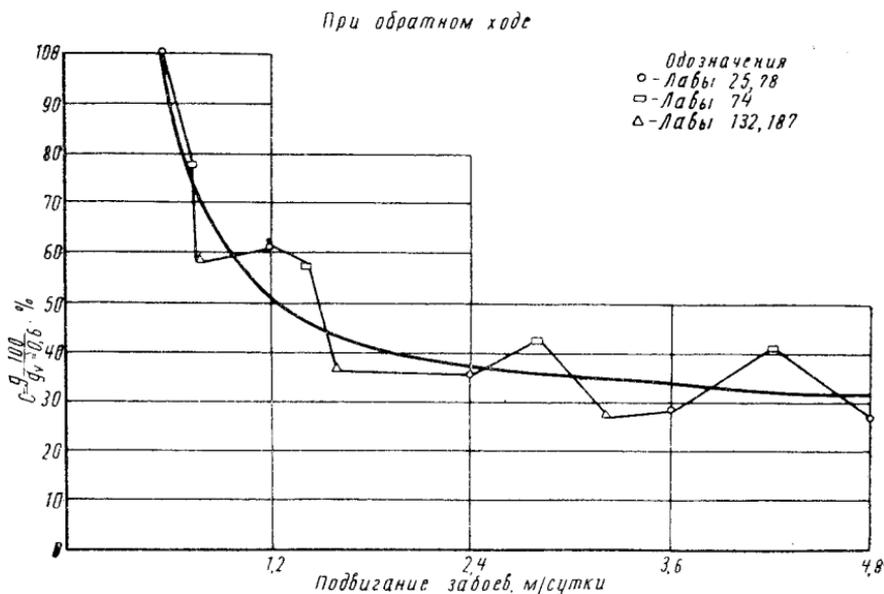


Рис. 10. Зависимость относительной метанообильности выработанного пространства от скорости подвигания очистного забоя

пород кровли тем больше, чем меньше скорость подвигания забоя. Поэтому при больших скоростях подвигания очистного забоя количество источников, обуславливающих метанообиль-

Таблица 11

Значения начальной метанообильности выработанного пространства

Шахта	Индекс пласта	$V_0, м^3/т$
Капитальная-I	П-2	7,4
Капитальная-I	П-4	7,8
Капитальная-I	К-1	8,9
Капитальная-II	Е-1	11,0
Капитальная-II	Е-4	8,25
Капитальная-II	П-4	7,8

ность участка в данный период времени меньше, чем при медленном подвигании.

Таким образом, для сокращения поступления метана из смежных пластов угля в выработки разрабатываемого пласта необходима возможно большая скорость подвигания очистного забоя. При быстром подвигании забоя и при отсутствии пробоев можно избежать образования куполов в пределах выработанного пространства,

что обеспечивает более или менее равномерное выделение метана из сближенных пластов и углистого сланца.

Глава VI

МЕТАНООБИЛЬНОСТЬ И ПРОВЕТРИВАНИЕ ВЫЕМОЧНОГО УЧАСТКА

§ 1. ЗАВИСИМОСТЬ МЕТАНООБИЛЬНОСТИ ВЫРАБОТОК ОТ СКОРОСТИ ПОДВИГАНИЯ ЗАБОЯ И ПОРЯДКА ОТРАБОТКИ ВЫЕМОЧНОГО УЧАСТКА

Из графиков, показанных на рис. 8 и 9, следует, что с увеличением скорости подвигания очистного забоя относительная метанообильность участка уменьшается, однако уменьшение ее в разные периоды возрастания скоростей подвигания неодинаково: вначале относительная метанообильность снижается интенсивно, но в дальнейшем по мере увеличения скорости подвигания забоя интенсивность уменьшения относительной метанообильности постепенно снижается. Интенсивность снижения относительной метанообильности участка с увеличением скорости подвигания очистного забоя зависит от порядка отработки выемочного участка. А именно, относительная метанообильность участка, обрабатываемого обратным ходом, уменьшается в большей степени, чем участков, обрабатываемых прямым ходом.

Для установления зависимости относительной метанообильности участка от скорости подвигания очистного забоя был произведен также анализ материалов по фактическому метановыделению и подвиганию лав. Ввиду того, что набор проб воздуха на вентиляционных штреках лав участками вентиляции шахт производился на расстоянии 15—20 м от очистного забоя, то предварительно были проведены наблюдения в этих же лавах с целью определения коэффициента, получаемого как результат отношения общего метановыделения участка к метановыделению из лавы. Таким образом, результаты метановыделений, взятых из вентиляционных журналов шахт, умножались на полученный коэффициент для соответствующей лавы. Подвигание лав в разные периоды наблюдений оставалось на одном уровне.

Графики, характеризующие зависимость метанообильности участков от скорости подвигания очистных забоев по шахтным данным, представлены на рис. 11. Несмотря на большой разброс точек, снижение относительной метанообильности участка с увеличением подвигания лав является несомненным.

Из рис. 8, 9 и 11 также следует, что относительная метанообильность является постоянной во времени и характеризует опасность шахт по газу при условии достаточной интенсификации работ, т. е. при достижении определенной скорости подвигания забоя.

Таким образом, скорость подвигания очистного забоя оказывает существенное влияние на структуру газового баланса; при быстром подвигании очистных забоев создаются более благоприятные условия для миграции метана из выработанного пространства непосредственно на вентиляционный штрек. Поэтому целесообразность ускорения подвигания метанообильных лав очевидна, к тому же создаются возможности для равномерного оседания кровли, а следовательно, для лучшего уплотнения выработанного пространства.

Относительная метанообильность выемочного участка выражается уравнением

$$q_y = q_p + q_b + q_n, \frac{M^3}{T}. \quad (17)$$

Значения q_p , q_b и q_n определяются соответственно по формулам (10), (16), (7) и (8).

Подставляя соответствующие значения величин, входящих в уравнение (17), получим формулу для определения относительной метанообильности выемочного участка, обрабатываемого прямым ходом:

$$q_{y.n.} = (x_0 - x_1) + \frac{Ba}{V\bar{r}} + \frac{2V_0Sb}{D\sqrt{t_1}} + \frac{(x_0 - x_1)r_nS_n\bar{\gamma}}{D}, \frac{M^3}{T}. \quad (18)$$

Относительная метанообильность выемочного участка, обрабатываемого обратным ходом, определяется по уравнению

$$q_{y.o.} = (x_d - x_1) + \frac{Ba}{V\bar{r}} + \frac{2V_0S(\sqrt{t_1} - \sqrt{t_2})b}{D(t_1 - t_2)}, \frac{M^3}{T}. \quad (19)$$

Количество газа, дренированного подготовительными выработками из угольного пласта, может быть определено следующим образом.

При ориентировочных расчетах количество метана, выделившегося с единицы неподвижной поверхности обнажения угольного пласта, можно определять по формуле

$$Q = 2V_0b \int_{t_2}^{t_1} \sqrt{t} \cdot td = \frac{4}{3} V_0b (t_1\sqrt{t_1} - t_2\sqrt{t_2}). \quad (20)$$

По данным отделов вентиляции шахт

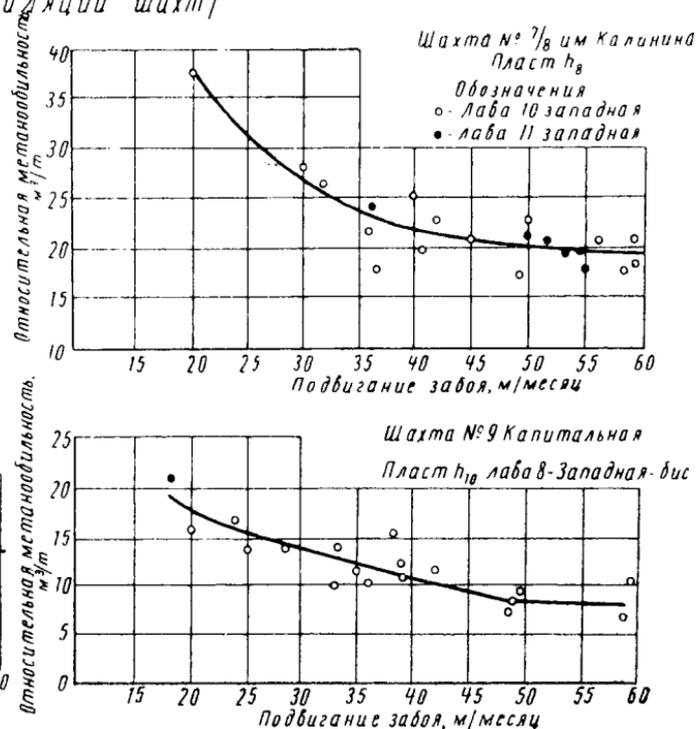
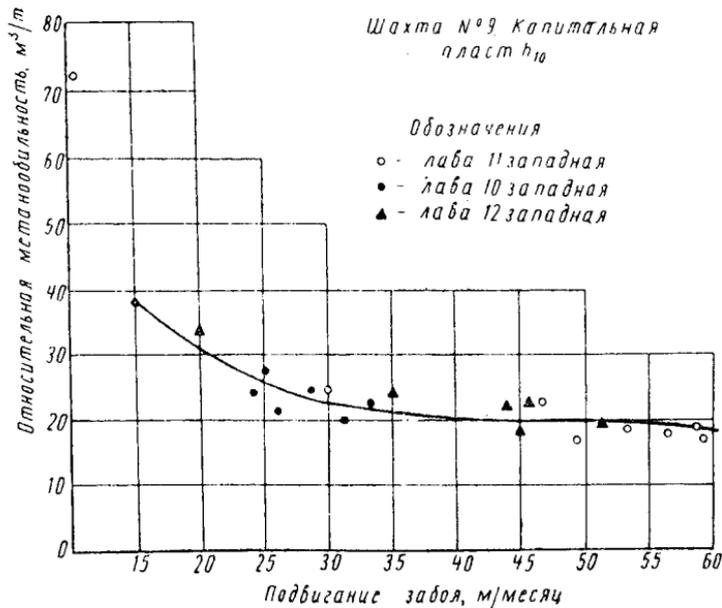


Рис. 11. Зависимость относительной метанообильности участков от скорости подвигания очистного забоя

Общее количество метана, выделившегося с поверхности обнажения угольного пласта всей подготовительной выработки, находящейся в проходке (т. е. при $t_2=0$), составит:

$$Q = \frac{4}{3} SbV_0 \sqrt{t_1}, \text{ м}^3. \quad (21)$$

Общее количество метана, выделившегося с поверхности обнажения угольного пласта подготовительной выработки, проходание которой закончено, составит

$$Q = \frac{4}{3} V_0 Sb \left(\frac{t_1 \sqrt{t_1} - t_2 \sqrt{t_2}}{t_1 - t_2} \right), \text{ м}^3. \quad (22)$$

Тогда общее количество метана, выделившегося из угольного пласта, оконтуренного подготовительными выработками, будет состоять из суммы количеств метана, выделившегося в каждую отдельную выработку.

Применяя формулы (21) и (22) к каждой выработке (рис. 12), получим общее количество метана, выделившегося с оконтуренного столба угля

$$Q_2 = \frac{4}{3} V_0 b \left[S_2 \left(\frac{t_3 \sqrt{t_3} - t_4 \sqrt{t_4}}{t_3 - t_4} + \frac{t_5 \sqrt{t_5} - t_6 \sqrt{t_6}}{t_5 - t_6} + \right. \right. \\ \left. \left. + S_1 \left(\frac{t_1 \sqrt{t_1} - t_2 \sqrt{t_2}}{t_1 - t_2} + \sqrt{t_7} \right) \right] \right], \text{ м}^3. \quad (23)$$

где $t_1; t_3; t_5$ — время, прошедшее с начала прохождения соответственно: бремсберга (ската), основного (промежуточного) и вентиляционного штреков, сутки;

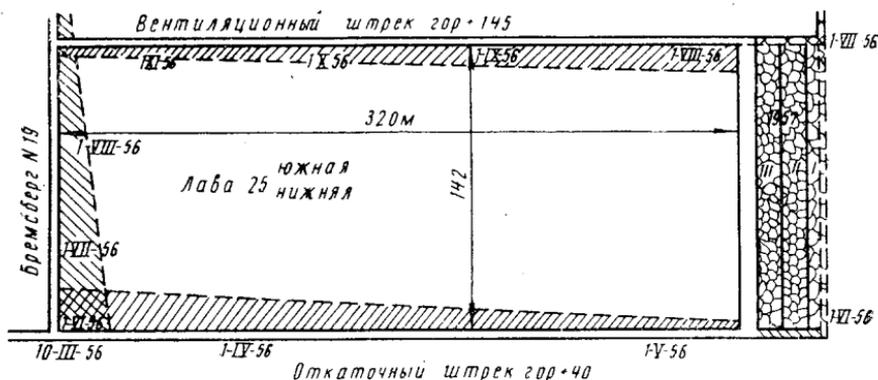


Рис. 12. Схема дренажирования угольного пласта Е-6 подготовительными выработками на шахте Капитальная-II

$t_2; t_4; t_6$ — время, прошедшее с момента окончания проходки соответственно: бремсберга, основного и вентиляционного штреков, сутки;

t_7 — время, прошедшее с момента обнажения поверхности очистного забоя, сутки;

S^1 — поверхность угольной стенки в бремсберге (очистном забое), m^2 ;

S_2 — поверхность угольной стенки в вентиляционном (основном) штреке, m^2 .

Запас метана в оконтуренном столбе угля будет

$$Q_0 = Llm\gamma x_0, m^3, \quad (24)$$

где L — длина выемочного участка по простиранию, m .

Количество метана, оставшееся в оконтуренном столбе угля, будет:

$$Q_x = Llm\gamma x_0 - \frac{4}{3}V_0b \left[S_2 \left(\frac{t_3\sqrt{t_3} - t_4\sqrt{t_4}}{t_3 - t_4} + \frac{t_5\sqrt{t_5} - t_6\sqrt{t_6}}{t_5 - t_6} \right) + S_1 \left(\frac{t_1\sqrt{t_1} - t_2\sqrt{t_2}}{t_1 - t_2} + \sqrt{t_7} \right) \right], m^3. \quad (25)$$

Тогда средняя метаноносность столба угля, дренированного подготовительными выработками, определяется по формуле

$$X_x = X_0 - \frac{4V_0b}{3Llm\gamma} \left[S_2 \left(\frac{t_3\sqrt{t_3} - t_4\sqrt{t_4}}{t_3 - t_4} + \frac{t_5\sqrt{t_5} - t_6\sqrt{t_6}}{t_5 - t_6} \right) + S_1 \left(\frac{t_1\sqrt{t_1} - t_2\sqrt{t_2}}{t_1 - t_2} + \sqrt{t_7} \right) \right], \frac{m^3}{T}. \quad (26)$$

Из сопоставления уравнений (18) и (19) следует, что значение слагаемых, характеризующих относительную метанообильность, обусловленную метановыделением из разрабатываемого пласта и подготовительных выработок, в уравнении (19) меньше, чем в уравнении (18). Слагаемое, характеризующее относительную метанообильность выработанного пространства для скорости подвигания очистного забоя до 2,0—3,0 *м/сутки*, уменьшается одинаково в обоих уравнениях, но для больших скоростей подвигания это слагаемое в уравнении (19) уменьшается более интенсивно, чем в уравнении (18).

Из сравнения полученных уравнений можно сделать вывод, что в любом случае в период ведения очистных работ относительная метанообильность выемочного участка, обрабатываемого обратным ходом, будет меньше, чем при прямом. Это объясняется тем, что при обработке обратным ходом происходит предварительное дренирование разрабатываемого пласта и меньшая дегазация выработанного пространства вследствие более равномерного подвигания лав и меньших утечек воздуха через выработанное пространство.

Проведенные исследования показывают, что с выемочных участков, обрабатываемых обратным ходом, метановыделе-

ние по сравнению с прямым ходом при тех же условиях сокращается на 20—42%.

Сравнение расчетных и замеренных значений относительных метанообильностей выемочных участков подтверждает возможность применения полученных формул (18) и (19), а следовательно, и правильность принятых отправных предположений для прогноза метанообильности выработок участка.

Определим по формуле (23) количество метана, выделившегося из столба угля по пласту Е-6 на шахте Капитальная-II комбината Кузбассуголь, дренированного подготовительными выработками (рис. 12).

$$\begin{array}{ll}
 t_1 = 240 \text{ суток;} & L = 320 \text{ м;} \\
 t_2 = 150 \text{ суток;} & l = 140 \text{ м;} \\
 t_3 = 330 \text{ суток;} & m = 1,3 \text{ м;} \\
 t_4 = 240 \text{ суток;} & \gamma = 1,3 \text{ м}^3; \\
 t_5 = 180 \text{ суток;} & X_0 = 13,8 \text{ м}^3/\text{м;} \\
 t_6 = 60 \text{ суток;} & \\
 t_7 = 1 \text{ сутки;} & V_0 = 4,8 \text{ м}^3/\text{м}^2\text{сутки.}
 \end{array}$$

$$\begin{aligned}
 Q_2 = \frac{4}{3} 4,8 \left[416 \left(\frac{330\sqrt{330} - 240\sqrt{240}}{330 - 240} + \frac{180\sqrt{180} - 60\sqrt{60}}{180 - 60} \right) + \right. \\
 \left. + 182 \left(\frac{240\sqrt{240} - 150\sqrt{150}}{240 - 150} + 1 \right) \right] = 136\,000 \text{ м}^3.
 \end{aligned}$$

Запас метана в столбе угля до дренирования подготовительными выработками составлял:

$$Q_0 = 320 \times 140 \times 1,3 \times 1,3 \times 13,8 = 1\,000\,000 \text{ м}^3.$$

Таким образом, за счет дренирования пласта подготовительными выработками выделяется ~14% газа от общего количества заключенного в столбе угля.

Фактически замеренное сокращение метановыделения с участка обрабатываемого обратным ходом, по сравнению с прямым составляет 32%.

При длине лавы 240 м и прочих одинаковых условиях дренирование пласта Е-6 подготовительными выработками составляет 9%.

Подобные расчеты были произведены и для других пластов и шахт комбината Кузбассуголь (табл. 12)

Из табл. 12 следует, что с увеличением длины лавы количество метана (в % к запасам газа в столбе угля), выделившегося в подготовительные выработки, уменьшается. В более коротких лавах (пласт Е-5) уменьшение метанообильности участков, обрабатываемых обратным ходом, в сравнении с прямым происходит только за счет дренирования пласта подготовительными выработками.

С увеличением длины лавы уменьшение метанообильности выемочного участка, обрабатываемого обратным ходом, про-

исходит как за счет дренирования пласта подготовительными выработками, так и за счет уменьшения выделения метана из выработанного пространства вследствие более равномер-

Таблица 12

Уменьшение метанообильности участков в связи с переходом на обратный ход

Шахта	Пласт	Мощность, м	$X_0, \frac{м^3}{т}$	$V_0, \frac{м^3}{м^2/сутки}$	% дегазации подготовительными выработками	Фактическое уменьшение метановыделения, %
Чертинская — I	4	1,4	9,0	3,0	14,0	36,0
Чертинская — I	4	1,4	9,0	3,0	8,0	—
Капитальная — II	E—4	1,4	9,6	3,2	11,0	28,0
Капитальная — II	E—4	1,4	9,6	3,2	7,0	—
Капитальная — II	E—5	2,8	10,8	6,9	32,0	32,0
Капитальная — II	E—5	2,8	10,8	6,9	5,0	—
Капитальная — II	E—6	1,3	13,8	4,8	14,0	32,0
Капитальная — II	E—6	1,3	13,8	4,8	9,0	—

ного подвигания очистных забоев и отсутствия утечек воздуха через выработанное пространство. Последнее может быть объяснено следующим образом.

При разработке лавами длиной 40—80 м отработка выемочного поля производится 3—4 подэтажами, поэтому метановыделение из смежных неразрабатываемых пластов происходит более интенсивно в сравнении с длинными лавами, т. к. на границах подэтажей деформация вмещающих пород принимает сложный характер, к тому же выработанные пространства верхних лав эффективно проветриваются вследствие поступления воздуха из нижних лав.

При работе лавами длиной 160—300 м (лава-этаж) метановыделение из смежных неразрабатываемых пластов и пропластков угля уменьшается вследствие меньшей деформации вмещающих пород. Выработанное пространство в этом случае проветривается только в зоне, непосредственно прилегающей к призабойному пространству, а в остальной части удаление метана из выработанного пространства происходит только в результате молекулярной диффузии.

§ 2. ГАЗОВЫЕ БАЛАНСЫ ВЫЕМОЧНЫХ УЧАСТКОВ

Ввиду того, что для нас важным является величина метановыделения с выемочного участка, то количественная оцен-

ка преимуществ и недостатков прямого и обратного хода в отношении метанообильности должна заключаться в сравнении метановыделений с выемочных участков при том и другом способах отработки.

В основу сравнения газовых балансов выемочных участков взяты условия, наиболее характерные для шахт трестов Осинникиуголь, Куйбышевуголь и Беловуголь комбината Кузбассуголь.

1. Длина лав 100—120 м;
2. Мощность пластов 0,8—1,6 м;
3. Угол падения 15—30°;
4. Длина выемочных участков 300—500 м.

Для иллюстрации сокращения метановыделения с выемочного участка одного и того же пласта, но обрабатываемого различными системами разработки (в табл. 5, 13, 14 и рис. 13) на конкретных и разнообразных примерах сопоставлены га-

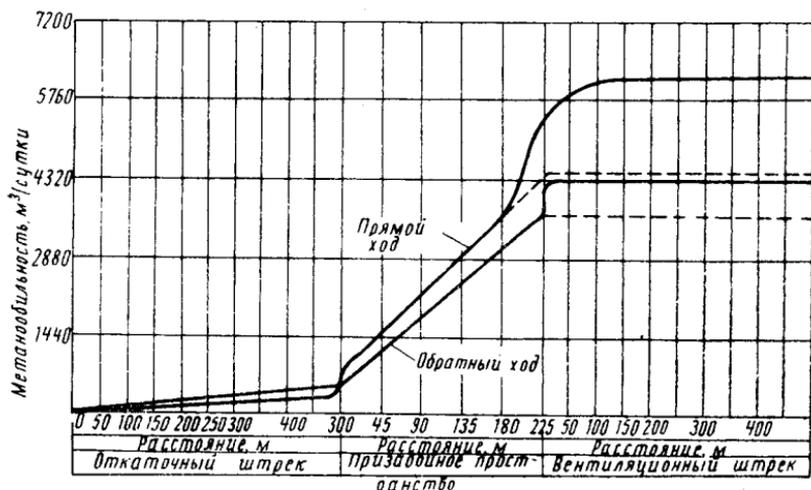


Рис. 13. Газовые балансы выемочных участков по пласту Е-6, обрабатываемых прямым и обратным ходом

зовые балансы выемочных участков, на которых проводились наблюдения.

Лавы в отношении дренирования разрабатываемого пласта находились в одинаковых горнотехнических условиях.

В работе автора [12] приведено сравнение двадцати газовых балансов участков, обрабатываемых прямым и обратным ходом по пяти пластам шахт Капитальная-I и Капитальная-II комбината Кузбассуголь, и сделан вывод, что метановыделение с выемочного участка, обрабатываемого прямым ходом, в среднем на 33% больше, чем при отработке обратным ходом.

Таблица 13

Газовые балансы выемочных участков,
отрабатываемых прямым и обратным ходом на шахте
Капитальная-I

Лава	Индекс пласта	Мощность пласта, м	Порядок отработки	Длина лавы, м	Метано-выделение, м ³ /мин
137	П—4	0,85	прямой	116	1,80
69 верхняя	П—4	0,87	прямой	96	1,92
69 нижняя	П—4	0,85	"	120	2,16
138	П—4	0,80	обратный	140	1,47
187	П—4	0,94	"	116	1,28
196	П—4	0,90	"	118	1,50

Таблица 14

Газовые балансы лав шахты № 9 Капитальная

Дата наблюдений 1958 год	Среднее			% CH ₄ верхнем буттовом штреке
	количество воздуха, м ³ /мин	CH ₄ , %	CH ₄ , м ³ /мин	

I Западная-бис (обратный ход)

2/VII	268	0,50	1,34	0,40
5/VII	282	0,30	0,84	0,30
18/VII	263	0,60	1,56	0,50
8/VIII	286	0,30	0,85	0,30

I Восточная (прямой ход)

2/VII	210	1,0	2,1	0,70
18/VII	212	0,70	1,48	0,40
10/VIII	198	0,60	1,18	0,60
10/VII	226	0,60	1,35	0,80

На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что с выемочных участков, отрабатываемых обратным ходом, метансвыделение по сравнению с прямым ходом при тех же условиях сокращается на 20—42%.

Уменьшение метанообильности выемочного участка, отрабатываемого обратным ходом, в сравнении с участком, отрабатываемым прямым ходом, объясняется предварительным дренированием угольного пласта подготовительными выработка-

ми и снижением метановыделения из выработанного пространства. Последнее может быть объяснено следующим образом.

В результате выемки угля позади очистного забоя образуется выработанное пространство, которое в зависимости от способа управления кровлей, либо закладывается породой от подрывки бутовых штреков, либо заполняется породами обрушенной кровли. И в том и в другом случае сохраняется какой-то объем пустот, который пополняется метаном из угля, остановленного в выработанном пространстве, а в большей степени из вмещающих пород и смежных неразрабатываемых пластов и пропластков угля.

При прямом ходе выработанное пространство на расстоянии до 100—200 м от лавы проветривается утечками воздуха. Поэтому поступающий в выработанное пространство воздух омывает обнаженные поверхности куполов, трещин и т. д. Часть метана, находящаяся в выработанном пространстве, при сплошной системе вымывается деятельной струей воздуха на вентиляционный штрек и в призабойное пространство.

При обратном ходе выработанное пространство проветривается только в той части, которая непосредственно прилегает к призабойному пространству лавы. В остальной части выработанного пространства проветривается за счет молекулярной диффузии.

Ввиду того, что проветривание является весьма активным и количественно в сотни раз превышает молекулярную диффузию, то метановыделение из этой зоны при прямом ходе будет гораздо интенсивнее, чем при обратном, в одних и тех же горнотехнических условиях.

Из выработанного пространства выемочного участка, ранее отработанного обратным ходом, выделяется значительно больше газа, чем из выработанного пространства, ранее отработанного прямым ходом, что наблюдается при разработке вышележащего подэтажа (т. е. отработка производится в восходящем порядке). Все это подтверждает предположение о том, что при отработке выемочного участка обратным ходом количество метана, выделившегося из смежных неразрабатываемых пластов и пропластков угля и вмещающих пород выработанного пространства, меньше, чем при отработке прямым ходом.

Изложенное выше в некоторой степени объясняет причину уменьшения метановыделения из выработанного пространства участка, обрабатываемого обратным ходом.

Влияние порядка отработки выемочного участка на метанообильность выработанного пространства выявляется здесь с полной определенностью, но законы, управляющие этим яв-

лением, точные зависимости и размеры влияния нам пока неизвестны. Между тем без раскрытия этих зависимостей вопрос метанообильности участков не может быть полностью разрешен, поэтому необходимо проведение соответствующих наблюдений на шахтах.

Глава VII

ВОЗМОЖНОСТИ ПЕРЕВОДА МЕТАНООБИЛЬНЫХ ШАХТ НА ОТРАБОТКУ ВЫЕМОЧНЫХ ПОЛЕЙ ОБРАТНЫМ ХОДОМ

§ 1. ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ОТРАБОТКИ ВЫЕМОЧНЫХ ПОЛЕЙ ОБРАТНЫМ ХОДОМ В ГАЗОВЫХ ШАХТАХ

В. В. Владимирский [3] отмечает, что преимуществом столбовой системы разработки при обратном ходе в отношении проветривания очистных забоев является то, что метан, выделяющейся во время производственных процессов из свежесобранного и отбитого угля, удаляется быстрее на вентиляционный штрек, чем при сплошной, ввиду того, что воздушная струя при движении хорошо омывает рабочее пространство, создается также постоянный вентиляционный режим лав и большие возможности регулирования воздуха, поступающего в лаву, полностью устраняются утечки воздуха на выемочном участке, что гарантирует надежное проветривание рабочего пространства очистного забоя; создаются условия параллельного и независимого проветривания очистного и подготовительных забоев; на пластах, склонных к самовозгоранию, создается наиболее благоприятный вентиляционный режим, затрудняющий проникновение воздушной струи в выработанное пространство, где обычно возникают очаги самовозгорания угля. Если такой пожарный очаг все же возникает, то его можно легко и надежно изолировать при минимальном нарушении хода нормальной выемки угля на пораженном участке.

В Чехословакии [18] горногеологические условия Остравско-Карвинского бассейна во многом аналогичны условиям Донецкого бассейна. Пласты отличаются значительной метаносностью и на некоторых шахтах производится дегазация угольных пластов. За последние годы в бассейне проведена большая работа по упорядочению схем подготовки шахтных и выемочных полей, в результате чего широкое рас-

пространение получила система разработки длинными столбами по простиранию с обработкой выемочных полей обратным ходом. Сплошная система разработки является теперь сравнительно редким исключением.

А. П. Могилко [13] отмечает, что применение различных способов подготовки на проектируемых и действующих шахтах в условиях различной метанообильности подтверждает положение, что фактор метаноносности пластов не является препятствием для выбора того или иного способа подготовки.

А. Э. Петросян [15] считает, что во всех возможных случаях сплошная система разработки должна заменяться более рациональной системой разработки — длинными столбами по простиранию.

Шпакелер и Вильбер [21] отмечают, что на одной из шахт в Остравском округе были хорошо знакомы с методами борьбы с большими метановыделениями и твердо придерживались точки зрения ведения работ от границ шахтного поля.

Далее авторы приводят пример о применении обратного хода в Карвинском районе, всемирно известного по обильному метановыделению. Переход в 1940 году на прямой ход в этом районе обусловился исключительно отставанием подготовительных работ. Впоследствии в данном районе начались пожары от самовозгорания целиков угля, оставшихся в выработанном пространстве. В то время как при обратном ходе пожары не наблюдались.

Г. Д. Лидин и А. Э. Петросян [9] на основании подробного анализа условий метановыделения в очистных и подготовительных забоях пришли к выводу, что в условиях шахт Сталино-Макеевского района Донбасса газовый фактор не является препятствием для применения обработки выемочных полей обратным ходом.

Госгортехнадзором СССР в 1957 году выполнена работа по выявлению зависимости производственного травматизма от применяющихся систем разработки. Для выполнения этой работы были рассмотрены материалы производственного травматизма за 1956 год по 4002 выемочным участкам, на 907 шахтах из 972 шахт, имеющих в наших бассейнах. Рассмотрению в работе были подвергнуты все системы разработки, применяющиеся во всех бассейнах нашей страны. В данной работе отметим только, что количество загазований забоев на один выемочный участок в год при сплошной системе разработки в отдельных случаях в 3—4 раза выше, чем при столбовой системе разработки. На рис. 14 и 15 приведены данные по непрерывному росту количества очистных забоев, обрабатываемых обратным ходом, значительному уменьшению количества загазований очистных и подготовительных забоев на шахте Капитальная-II в связи с переходом на обработку выемочных полей обратным ходом. Если снижение количе-

ства загазований подготовительных выработок объясняется улучшением организационно-технических мероприятий (отделение очистных работ от подготовительных), то снижение

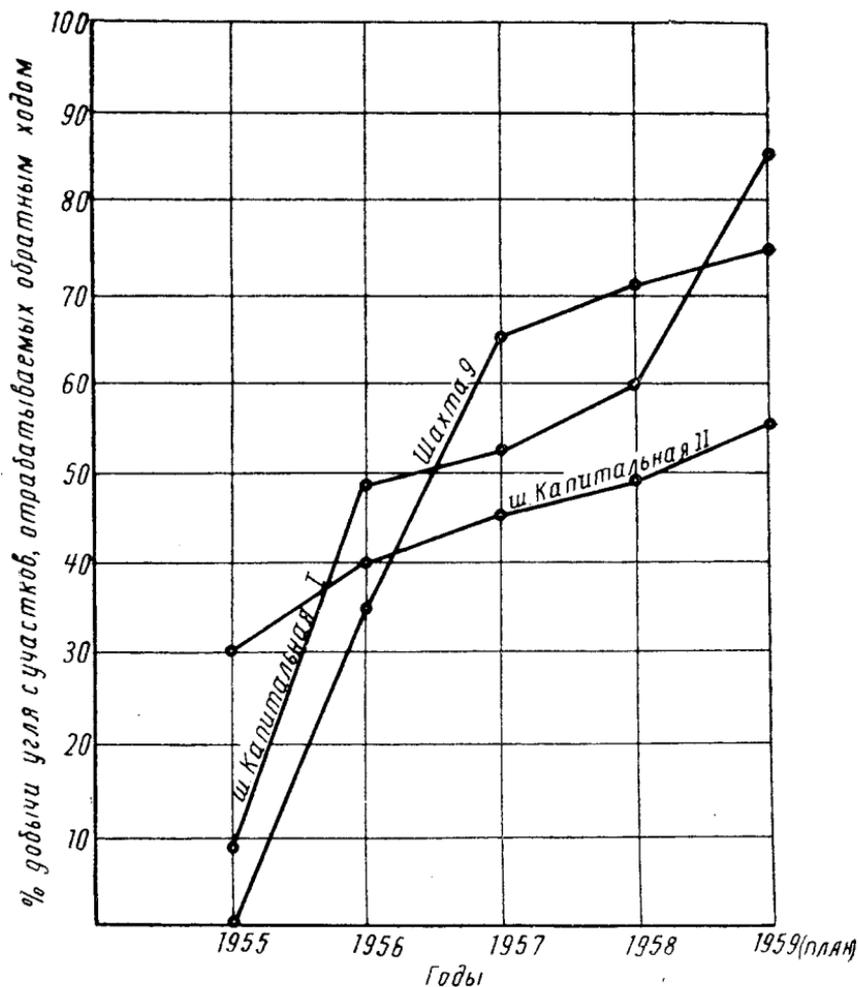


Рис. 14. Рост добычи угля на сверхкатегорных шахтах с участков, обрабатываемых обратным ходом

загазований очистных забоев объясняется уменьшением метанообильности выемочных участков и улучшением проветривания лав, вследствие ликвидации утечек воздуха.

Преимущества обратного хода станут еще более очевидны, если проследить рост удельного веса добычи угля (в %), получаемой от столбовой системы разработки на шахтах комбината Кузбассуголь, разрабатывающих метаносные пласты тонкие и средней мощности (табл. 15).

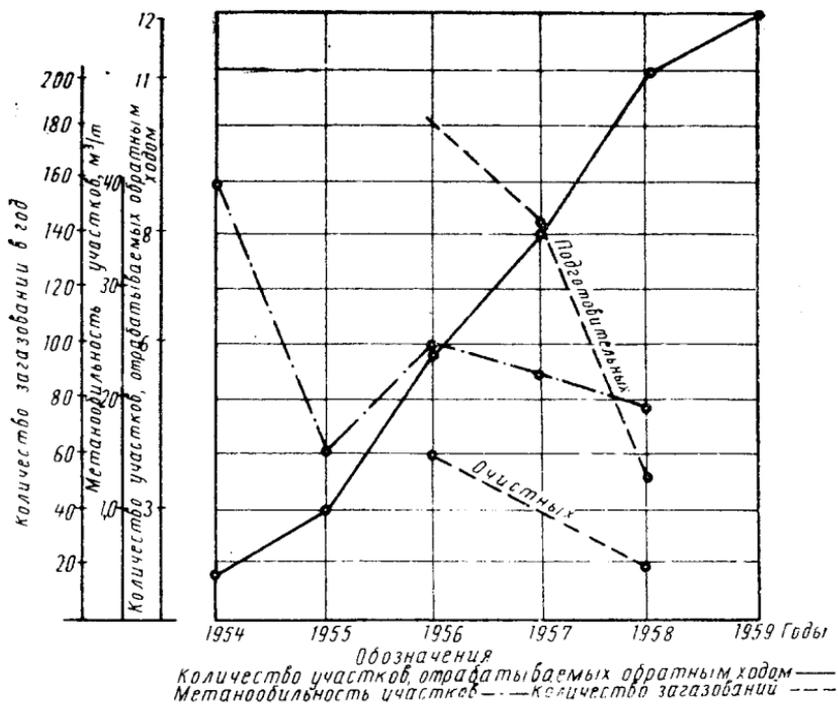


Рис. 15. Изменение метанообильности и количества загазований участков с переходом на обратный ход

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что система разработки длинными столбами по простиранию с возвратноточной схемой проветривания участка не имеет принципиальных недостатков, которые исключили бы возможность ее применения в метанообильных шахтах, разрабатывающих угольные пласты, тонкие и средней мощности.

В шахтах трестов Осинникиуголь, Куйбышевуголь и Беловуголь столбовая система разработки с возвратноточной схемой проветривания нашла широкое применение не только в целях улучшения технико-экономических показателей, но и в основном в целях улучшения проветривания метанообильных участков.

Для выявления и оценки недостатков обратного хода в отношении метановыделения и проветривания следует рассмотреть по существу принципиальные возражения, которые можно свести к следующему.

Таблица 15

Системы разработки	Годы				
	1955	1956	1957	1958	1959 (план)
Длинные столбы по простиранию	57,0	68,5	72,5	75,2	82,1
Сплошная	43,0	31,5	27,5	24,8	17,9

Трест Осинникиуголь

Длинные столбы по простиранию	16,1	42,7	49,2	59,1	67,1
Сплошная	67,1	55,5	44,8	40,9	32,9
Наклонные слои	16,8	1,8	6,0	—	—

Трест Куйбышевуголь

Длинные столбы по простиранию	85,9	89,3	92,2	93,3	92,5
Сплошная	9,0	8,4	6,2	6,0	6,4
Щитовая	2,8	0,6	—	0,1	0,6
Погашение целиков	2,3	1,7	1,6	0,6	0,5

При отработке выемочных участков обратным ходом возможны значительные скопления газа в выработанном пространстве (за пределами проветриваемой зоны), что может вызвать взрыв газа. Однако следует отметить, что горение метана (за исключением случаев самовозгорания углей) в выработанном пространстве возможно только в том случае, если горение его началось в рабочем пространстве или в штреках и распространилось в выработанное пространство.

Следует отметить, что наблюдения за составом воздуха в выработанном пространстве при сплошной системе разработки с возвратноточной схемой проветривания на шахтах Донбасса показывают, что на глубине 10 м от вентиляционного штрека (по падению) концентрация метана начиная с 5 м до 80 м от лавы возрастает с 10 до 82% [14].

На одной из шахт Англии при сплошной системе разработки с возвратноточной схемой проветривания в бутовом штреке на границе с рабочим пространством была зафиксирована концентрация метана 24% [25], на другой шахте в таком же месте—8%, а в глубине бутового штрека на расстоянии 4 м от конца бутовых полос 65—72% [26]. На шахтах Ноттингашмира (Англия) при этой же схеме газ из выработанного пространства отводился с помощью труб при концентрации 30—66%. [27].

Поэтому относительно образования концентраций газа в выработанном пространстве обе системы равноценны, что же касается возможности взрыва газа в выработанном пространстве, то обратный ход менее благоприятен, т. к. между очагом газа в выработанном пространстве и возможным очагом горения метана находится интенсивно проветриваемая зона выработанного пространства.

К тому же метанообильность призабойного пространства при обратном ходе меньше, чем при прямом.

Рациональная схема проветривания участка должна обеспечивать постоянство вентиляционного режима. Кроме того, поскольку наиболее опасными участками работ в отношении концентрации людей и механизмов являются призабойные пространства, то рациональная схема проветривания должна обеспечивать минимальное поступление метана из выработанного пространства в призабойное и интенсивное проветривание последнего. Постоянство вентиляционного режима заключается в рациональном распределении воздуха между призабойным и выработанным пространствами. Все эти условия в лучшей степени обеспечиваются при отработке участков обратным ходом с возвратноточной схемой проветривания.

Появление открытого огня в выработанном пространстве вообще маловероятно [17].

Возвратноточная схема проветривания при отработке обратным ходом характеризуется минимальным количеством вентиляционных сооружений и значительным коэффициентом использования свежей струи.

Выработанное пространство, непосредственно примыкающее к призабойному, проветривается непрерывно и особенно эффективно в первый период времени после обрушения пород кровли, т. е. в период наиболее интенсивного метановыделения. Процесс проветривания выработанного пространства может быть в большинстве случаев весьма просто интенсифицирован путем увеличения количества воздуха или уменьшения плотности выработанного пространства (оставление костров).

§ 2. ОПЫТ ДЕГАЗАЦИИ ВЫРАБОТАННОГО ПРОСТРАНСТВА ПРИ ОТРАБОТКЕ ОБРАТНЫМ ХОДОМ

Несмотря на преимущества отработки обратным ходом на шахтах треста Осинникиуголь имели место случаи загазования пунктов сопряжений лав с вентиляционными штреками.

Для ликвидации загазований применяется отвод метана по трубам по схеме, описанной Ф. С. Клебановым [5]. Эта схема заключается в том, что в погашенной части вентиля-

ционного штрека укладывается трубопровод, по которому метан удаляется под действием общешахтной депрессии. Обрушение и растрескивание пород кровли позади очистного забоя вызывает выделение метана из вышележащих пластов и пропластков, который улавливается трубопроводом и отводится в общую исходящую струю участка или шахты.

Опыт проводился в лаве 53 (шахта № 9 треста Осинни-киуголь), разрабатывающий пласт К-3. Длина лавы (120 м, мощность пласта — 1,75 м, угол падения его 35—60°. Относительная метанообильность участка в январе — марте 1958 года составляла 85—107 м³/т. Для прокладки трубопровода имели место случаи загазования сопряжения лавы с вентиляционным штреком. После установки трубопровода из асбестоцементных труб диаметром 200 мм и длиной до 250 м подобные загазования не наблюдались. Опыт длился три месяца (с марта по июнь 1958 г.).

Таким образом, оставление труб в погашенной части вентиляционного штрека дает большие возможности для отвода высокопроцентной газовой смеси непосредственно в исходящую струю или изолированный вывод на поверхность.

Отведенная газовая смесь, содержащая 5—12% метана, выпускалась в общую исходящую струю участка, в которой концентрация метана после выхода из смесителя не превышала 1%. По мере подвигания очистного забоя в 4—8 м от забоя лавы на вентиляционном штреке (в завале) устанавливались перемычки, увеличивающие сопротивление пути, по которому газ может непосредственно поступать из выработанного пространства в исходящую струю участка (рис. 16, б).

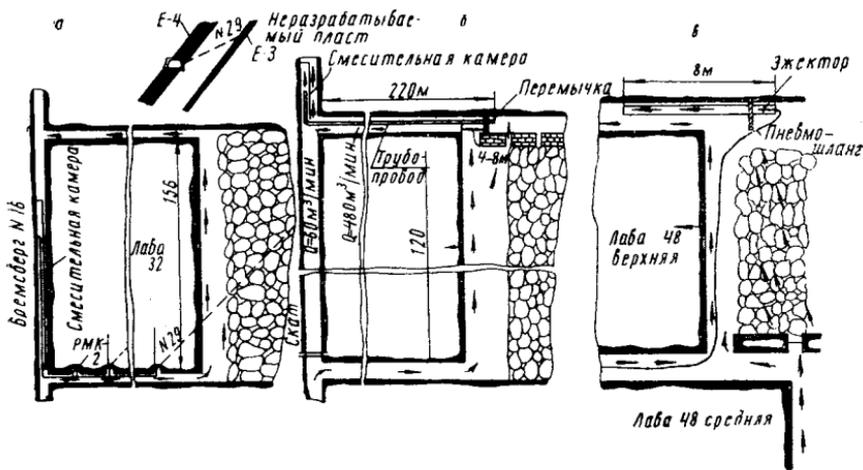


Рис. 16. Схемы дегазации выработанного пространства:
 а) лава 32 по пласту Е-4 шахты Капитальная-II;
 б) лава 53 по пласту К-3 шахты №9;
 в) лава 48 по пласту К-1 шахты №9

Данный способ отвода метана из выработанного пространства очень прост, дешев и достаточно эффективен с точки зрения повышения безопасности ведения горных работ.

Подобный отвод был осуществлен (март — июнь 1958 г.) на шахте Капитальная-I комбината Кузбассуголь в лаве 158 (длина трубопровода 320 м).

На шахте Капитальная-II в лаве 32 (пласт Е-4 наблюдалось значительное метановыделение из выработанного пространства. Для борьбы с метаном были приняты различные меры, как полуторное увеличение количества воздуха, поступающего в лаву, так и отвод метана из выработанного пространства. Для этого был проложен трубопровод длиной в 200 м. Однако ожидаемый эффект не был получен. В дальнейшем дегазация этой лавы осуществлялась с помощью бурения скважин на нижележащий пласт с отсасыванием метана с помощью вакуумнасоса типа РМК-2, установленного в специальной камере на конвейерном штреке лавы 32 (рис. 16, а). По газопроводу метан подводился к смесительной камере, расположенной в передовом скате.

В лавах 48 верхняя (шахты № 9), отрабатываемых обратным ходом, загазования наблюдаются в случае подхода лав к границе выемочного участка. Загазования эти происходят вследствие значительной дополнительной деформации подрабатываемого метаносного пласта К—Ia, так как работа по выемке угля в трех подэтажах производилась поочередно, а также вследствие значительного обогащения воздуха метаном из выработанных пространств нижних лав и из груди забоев, подвергающихся усиленному давлению вышележащих горных пород. Для ликвидации подобных загазований успешно применяется отвод метана по трубе длиной 20 м движение воздуха по которой происходит эжектором сжатого воздуха (рис. 16, в).

Изолированный вывод высокопроцентных метановоздушных смесей из выработанных пространств зарекомендовал себя положительно в борьбе с загазованиями сопряжений вентиляционных штреков с лавами за счет значительных поступлений метана из выработанных пространств.

При обратном ходе применяется Гиршбахский способ, сущность которого заключается в проведении по подрабатываемому пласту одной или нескольких выработок для сбора метана, выделяющегося в результате подработки. Выработка изолируется перемычкой и газ отсасывается по трубопроводу на поверхность.

Дегазация неразрабатываемых угольных пластов с помощью скважин применяется в основном при прямом ходе отработки. Однако имеется опыт применения данного способа на шахтах Японии при отработке обратным ходом. В данном случае при подготовке выемочного участка вместо двух штре-

ков (откаточного и вентиляционного) проходят три выработки: откаточный, вентиляционный и дегазационный штреки. Из дегазационного штрека через 15—25 м по простиранию пласта в породы кровли параллельно линии очистного забоя, в сторону выработанного пространства, бурятся дегазационные скважины до смежных неразрабатываемых пластов.

Наиболее простой следует признать схему дегазации выработанного пространства участков, обрабатываемых обратным ходом посредством диагональных скважин, пробуренных на вышележащие неразрабатываемые пласты. Эта схема осуществлена на шахте Капитальная-II [12]. В случае применения дегазации с помощью скважин при отработке обратным ходом скважины следует бурить параллельно между собой, так как скважины, пробуренные веером, в условиях шахты Капитальная-II влияли друг на друга и поэтому имели короткий срок действия.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что в условиях Осинниковского месторождения и аналогичных ему эффективными способами управления метановыделением являются: отсасывание метановоздушных смесей из выработанного пространства и предварительное извлечение метана из смежных неразрабатываемых пластов с помощью скважин.

ВЫВОДЫ

Установлено, что относительная метанообильность призабойного пространства очистного забоя зависит от скорости подвигания последнего, технологии выемки угля и порядка отработки выемочного участка.

Скорость подвигания очистных забоев оказывает существенное влияние на метановыделение в выработанном пространстве и из выработанного в призабойное пространство, так как при увеличении подвигания очистных забоев улучшается состояние вмещающих пород и создаются благоприятные условия для поступления метана из выработанного пространства непосредственно на вентиляционный штрек.

При увеличении скорости подвигания очистного забоя наиболее интенсивное уменьшение относительной метанообильности участка наблюдается при скоростях подвигания до 1,6—2,4 м/сутки, при дальнейшем увеличении изменения относительной метанообильности происходят в большей степени на участках с обратным ходом, в меньшей на участках с прямым ходом выемки.

При отработке прямым ходом возможности форсированного подвигания очистных забоев ограничиваются не только метанообильностью призабойного пространства, но в значительной мере трудностью подачи необходимого количества

воздуха к забою вследствие интенсивного возрастания утечек воздуха, с увеличением скорости подвигания.

На участках, характеризующихся значительной метанообильностью выработок, при увеличении скорости подвигания очистных забоев рекомендуется переходить на отработку выемочных участков обратным ходом с возвратноточной схемой проветривания. Но при этом в случае загазования пунктов сопряжений лав с вентиляционными штреками следует производить отсасывание метана из выработанного пространства, а при наличии больших поступлений метана из сближенных коллекторов его необходимо применять дренаж скважинами.

Переход на отработку выемочных участков с прямого на обратный ход приводит к уменьшению абсолютной метанообильности выработок на 20—40%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Беляновский В. И. — О выборе системы разработки для шахт Донецкого бассейна. Механизация трудоемких и тяжелых работ, № 1, 1951.
2. Божко В. Л., Осипов С. Н. — Влияние скорости подвигания лавы на газообильность выемочного участка. Бюллетень МакНИИ, № 9, 1958.
3. Владимирский В. В. — Вентиляция при обратном порядке отработки шахтных полей и выемочных участков. Уголь, № 10, 1952.
4. Возиянов А. Ф. — Исследование структуры вентиляционной струи на сильно газовых крутопадающих пластах Донбасса. Автореферат диссертации. Сталино, 1959.
5. Клебанов Ф. С. — Об управлении газовойделением из выработанного пространства. Уголь, № 10, 1957.
6. Лидин Г. Д. — Газовыделения в угольных шахтах и меры борьбы с ними. Углетехиздат, 1952.
7. Лидин Г. Д. — Расчет газовыделения из сближенных угольных пластов в условиях разработки крутопадающих пластов Донбасса. Проблемы рудничной аэрологии и внезапных выбросов угля и газа. Изд-во АН СССР 1958.
8. Лидин Г. Д. — Газовый баланс шахт, прогноз их газообильности и способы управления газовойделением. Горное дело, т. VI. Углетехиздат, М., 1959.
9. Лидин Г. Д., Петросян А. Э. — Метанообильность шахт Сталино — Макеевского района Донбасса, 1958. Фонд ИГД АН СССР.
10. Матвиенко Н. Г. — Борьба с метаном в очистных забоях. Углетехиздат, 1958.
11. Мясников А. А. — О газовойделении и проветривании при обратном порядке отработки выемочных полей. Сборник статей ВУГИ, выпуск 13. Углетехиздат, 1958.
12. Мясников А. А. — Опыт дегазации спутников угольных пластов на шахте „Капитальная-II комбината „Кузбассуголь“. Углетехиздат, 1958.
13. Могилко А. П. — Столбовые системы разработки и их эффективность. сб. Переход на обратный порядок отработки выемочных полей в Донбассе. Углетехиздат, 1957.
14. Патайский К. — Метан в угольных шахтах и способы борьбы с ним. Разработка мощных пластов. Углетехиздат, 1958.
15. Петросян А. Э. — Разработка пластов пологого падения с высокой газоносностью в Донбассе. Углетехиздат, 1954.
16. Петров С. Т. — Проветривание выработок большой протяженности при проходке их одним тупиковым забоем. Материалы научно-технической конференции по обмену передовым опытом в Кузнецком каменноугольном бассейне. Углетехиздат, 1953.
17. Печук И. М. — Взрыв газа в выработанном пространстве. Уголь, 1939, № 3.
18. Роменский Н. С. — Добыча угля на шахтах Островско-Карвинского бассейна Чехословацкой Республики. Уголь Украины, № 10, 1957

19. Цырульников А. С. — Предупреждение накопления метана у врубовых машин и комбайнов АН УССР, 1956.
 20. Шевяков Л. Д. — Заметки к теории горного искусства. Горный журнал, 1931, № 7.
 21. Шпакелер, Вильбер — Методы проветривания глубоких шахт с обильным газовыделением в условиях Донецкого, Карагандинского и Кузнецкого бассейнов. Часть I, МУП, 1946.
 22. Colliery Guardian, Mai 15, 1936, vol CLII, № 3933.
 23. Colliery Guardian, Mai 13, 1932, vol CXLIV, № 3724.
 24. Transactions of Institution of Mining Engineers, Mai, 1937, vol LXXXVII, part II.
 25. Colliery Guardian, 1955, vol 190, № 4902.
 26. Colliery Guardian, 1956, vol 192, № 4967.
 27. Iron and Coal Trades Review, 1954, vol 168, № 4491.
 28. The Science Art of Mining, 1932, 355, 356.
-

ОГЛАВЛЕНИЕ

ГЛАВА I. Состояние вопроса	3
Введение	3
§ 1. Влияние систем разработки на метанообильность выработок	3
§ 2. Метанообильность выработок выемочного участка в зависимости от скорости подвигания очистного забоя	6
ГЛАВА II. Характеристика участков наблюдений	10
ГЛАВА III. Метанообильность и проветривание подготовительных выработок	16
ГЛАВА IV. Проветривание и метанообильность призабойного пространства	21
§ 1. Метановыделение из выработанного пространства в призабойное	21
§ 2. Общий газовый баланс призабойного пространства	29
§ 3. Проветривание призабойного пространства	30
ГЛАВА V. Проветривание и метанообильность выработанного пространства выемочного участка	35
ГЛАВА VI. Метанообильность и проветривание выемочного участка	43
§ 1. Зависимость метанообильности выработок от скорости подвигания забоя и порядка отработки выемочного участка	43
§ 2. Газовые балансы выемочных участков	49
ГЛАВА VII. Возможности перевода метанообильных шахт на отработку выемочных полей обратным ходом	54
§ 1. Опыт применения отработки выемочных полей обратным ходом в газовых шахтах	54
§ 2. Опыт дегазации выработанного пространства при отработке обратным ходом	59
Литература	64

23324



Цена 1 р. 75 к.

Д1

18890