

622.273

А-94



АЭРОДИНАМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ
ВЫРАБОТАННЫХ ПРОСТРАНСТВ
ПРИ РАЗРАБОТКЕ
УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ
ДЛИННЫМИ СТОЛБАМИ
ПО ПРОСТИРАНИЮ

Министерство угольной промышленности СССР

Центральный научно-исследовательский институт экономики
и научно-технической информации угольной промышленности
=====

Серия "Техника безопасности и горноспасательное дело"

А.А.Мясников, В.М.Маевская, Л.П.Белавенцев,
Н.Ф.Дмитрюк, Л.Ф.Косарь

АЭРОДИНАМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ
ВЫРАБОТАННЫХ ПРОСТРАНСТВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ
УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ ДЛИННЫМИ СТОЛБАМИ
ПО ПРОСТИРАНИЮ

Москва - 1972

1522. 2/3

с7-99

1522 2/3.13

2

ПРОВЕРЛ 1964

БИБЛИОТЕКА
Донецкого
ТЕХНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА
И.И. М.

П. озеро 1978

914778

А.А.Мясников, В.М.Маевская, Л.П.Белавенцев,
Н.Ф.Дмитрюк, Л.Ф.Косарь

АЭРОДИНАМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ
ВЫРАБОТАННЫХ ПРОСТРАНСТВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ
УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ ДЛИННЫМИ СТОЛБАМИ
ПО ПРОСТИРАНИЮ

Ответственные редакторы И.А.Шевалдин, Е.И.Духовный
Редактор Т.А.Печенова
Техн. редактор А.А.Кададова
Корректор С.М.Мерзон

Т-03748. Подл. в печ. 16.11.72 г. Формат 60x84¹/₁₆. Печ. л. 1,0.
Уч.-изд. л. 0,86. Изд. № ТО-363. Тираж 2950 экз. Цена 6 к. Зак 142.

ЦНИЭИуголь. Ротапринт, 2-й Николо-Шеловский пер., д. 5

Режим проветривания выемочных полей (участков) оказывает непосредственное влияние на утечки (подсосы) воздуха, которые являются одним из основных факторов, обуславливающих развитие процесса самовозгорания угля. Исследованиями установлено, что имеются верхние ($0,8 \text{ м}^3/\text{мин} \cdot \text{м}^2$ и более) и нижние ($0,1 \text{ м}^3/\text{мин} \cdot \text{м}^2$ и менее) пожаробезопасные пределы утечек воздуха. Наиболее благоприятные условия развития процесса самовозгорания угля создаются при притоке воздуха от $0,3$ до $0,6 \text{ м}^3/\text{мин} \cdot \text{м}^2$.

Величина притока воздуха в выработанное пространство зависит от его аэродинамического сопротивления. В связи с этим были проведены исследования аэродинамического режима выработанных пространств при системе разработки длинными столбами по простиранию.

Исследования проводились на выемочных участках шахт комбината "Прокопьевскуголь", обрабатывающих пласты угля как склонного к самовозгоранию, так и несамовозгорающегося с различными физико-механическими свойствами боковых пород. Скорость подвигания очистных забоев на участках изменялась от 10 (участок № 5, пласт "Двойной") до 65 м/месяц (участок № 6, пласт "Характерный").

Участки характеризовались также различным количеством воздуха, поступающего в очистной забой, и неодинаковой воздухопроницаемостью обрушенных пород в призабойной зоне выработанного пространства. Наибольшее количество воздуха ($186 \text{ м}^3/\text{мин}$) поступало в очистной забой участка № 3 (пласт 1У "Внутренний") шахты им. Ворошилова; наименьшее (57 и $60 \text{ м}^3/\text{мин}$) - в лавы участков № 6 (пласт 1 "Внутренний") и № 2 (пласт "Двойной") шахты им. Дзержинского.

На выемочных участках, разрабатываемых одним подэтажом и не имеющих аэродинамической связи с поверхностью, утечки воздуха составили 4–10 м³/мин. Значительно большие утечки воздуха (10–30 м³/мин) наблюдались на выемочных участках, обрабатываемых двумя подэтажами (участок № 6, пласт "Безымянный" и участок № 8, пласт "Внутренний"). Увеличение утечек воздуха в этом случае происходит за счет значительной воздухопроницаемости обрушенных пород в зоне очистных забоев.

Решающее влияние на развитие процесса самовозгорания угля на выемочных участках, не имеющих аэродинамической связи с поверхностью, оказывают не общеучастковые, а внутренние утечки воздуха в выработанное пространство, под которыми понимается разность между количеством воздуха, поступающим в очистной забой, и воздухом, проходящим через призабойное пространство. Внутренними утечками воздуха постоянно проветривается зона обрушенных пород, прилегающая к очистному забою, что способствует возникновению очагов самовозгорания угля. В этом отношении большое значение имеет исследование воздухопроницаемости той части выработанного пространства в призабойной зоне, где обрушенные породы еще не уплотнены.

Как показали исследования, утечки воздуха в призабойную зону выработанного пространства изменяются в широких пределах. Наибольшие утечки – 50,8 м³/мин – наблюдались на участке № 6 (пласт "Характерный", шахта "Северный Маганак"), наименьшие – 10 и 18 м³/мин – соответственно на участках № 2 (пласт "Двойной", шахта "Маганак") и № 5 (пласт "Двойной", шахта им. Дзержинского). Различные утечки обуславливаются неодинаковым количеством воздуха, поступающего на выемочные участки, и различной устойчивостью боковых пород. Так, на участок № 6, пласт "Характерный", где кровля представлена крепким устойчивым песчаником, для проветривания горных выработок поступало 170 м³/мин воздуха. При этом депрессия лавы была незначительная и составляла всего лишь 0,3 мм вод. ст. Совместное влияние этих факторов обусловило значительные утечки воздуха в проветриваемую зону обрушенных пород, что указывает на большую их воздухопроницаемость.

Существенное влияние на величину утечек воздуха оказывает способ управления кровлей. Так, на пласте "Двойной" шахты им. Дзержинского на участке № 9 при наличии в кровле алевролита средней устойчивости и полном обрушении выработанного пространства на "ножи" утечки воздуха в проветриваемую призабойную зону составляли до 35%. При этом всего в очистной забой поступало $90 \text{ м}^3/\text{мин}$ воздуха, депрессия лавы составила $0,2 \text{ мм вод. ст.}$

Наряду со значительными утечками воздуха в выработанное пространство самонагреванию угля способствует также малая скорость подвигания очистных забоев. Так, на участке № 16 по пласту III "Внутренний" шахты им. Ворошилова со значительным газовыделением, чем и объясняется большое количество воздуха ($120 \text{ м}^3/\text{мин}$), поступающего для проветривания очистного забоя, утечки воздуха в призабойную зону обрушенных пород составили 18%, или $23 \text{ м}^3/\text{мин}$, при депрессии лавы $0,4 \text{ мм вод. ст.}$ При этом скорость подвигания очистного забоя составляла всего лишь $11,4 \text{ м/мес}$.

Следует особо указать на наличие больших утечек воздуха при разработке выемочных участков несколькими подэтажами. В этом случае вентиляционная струя, исходящая из нижней лавы, проходит по отрезку штрека, находящемуся в зоне обрушенных пород верхней лавы, и наблюдается увеличение внутренних утечек воздуха на таких участках происходит вследствие значительной воздухопроницаемости обрушенных пород в зоне опережения очистных забоев.

Исследуемые выемочные участки, обрабатываемые длинными столбами по простиранию в два подэтажа, характеризовались большими утечками при сравнительно небольшом количестве воздуха, поступающего в очистные забой. Так, небольшие утечки воздуха наблюдались в нижней лаве участка № 8 по пласту "Безымянный" и составляли $30 \text{ м}^3/\text{мин}$, или 34% количества поступающего в лаву воздуха при незначительной депрессии лав — $0,1 \text{ мм вод. ст.}$ в нижней и $0,3 \text{ мм вод. ст.}$ в верхней лавы. Повышенная пожароопасность этого варианта системы разработки происходит вследствие увеличения времени контактирования воздуха с углем в зоне опережения очистных забоев.

Выемочные участки при этом характеризовались различным аэродинамическим сопротивлением лав. Наиболее совершенным является вариант столбовой системы без разделения на подэтажи, так как в этом случае аэродинамическое сопротивление очистных забоев обычно незначительно (0,04–0,10 км). При отработке выемочных участков двумя подэтажами оно увеличивается. Следовательно, этот вариант столбовой системы является более трудным в аэродинамическом отношении.

Возникновение очагов самонагрева угля при низкой депрессии лав (0,1–0,3 мм вод. ст.) свидетельствует о том, что при столбовой системе разработки она не является основным показателем, характеризующим пожароопасность выемочных участков. Решающее влияние оказывают в этом случае величина и продолжительность утечек воздуха в призабойную зону обрушенных пород, перемещение которой зависит от скорости подвигания очистных забоев. Поэтому при столбовой системе разработки и обратном порядке отработки выемочных участков основными факторами, влияющими на самовозгорание угля, являются утечки воздуха в проветриваемую зону обрушенных пород и скорость подвигания очистных забоев.

Воздухопроницаемость призабойной части выработанного пространства зависит от физико-механических свойств пород кровли, скорости подвигания очистных забоев и эквивалентного отверстия проветриваемой зоны выработанного пространства.

Ширина проветриваемой зоны выработанного пространства. При столбовой системе разработки и отсутствии аэродинамической связи горных работ с поверхностью наблюдаются утечки воздуха в проветриваемую зону обрушенных пород, прилегающую непосредственно к призабойному пространству. Количество воздуха, проходящего через призабойное пространство, изменяется по длине очистного забоя вследствие различной воздухопроницаемости обрушенных пород. Практически установить эти изменения не представляется возможным вследствие трудности замера скорости воздуха и непостоянной ширины призабойного пространства.

Для упрощения принимается, что утечки воздуха проходят через всю проветриваемую зону выработанного прост-

ранства и соединяются с общеучастковой струей на вентиляционном штреке. С точки зрения возникновения эндогенных пожаров такое упрощение допустимо, так как при разработке пологих и наклонных пластов столбовой системой потери в виде пачек угля в кровле остаются по всей длине лавы и представляют при прочих равных условиях одинаковую пожарную опасность.

Для определения размеров проветриваемой зоны выработанного пространства, непосредственно прилегающего к призабойному, может быть рекомендована формула

$$H = \frac{Q_{\text{выр}}}{Q_3 \xi m_0} \sqrt{\frac{2f \ell}{R_3 g d_3}}, \quad (1)$$

- где ρ - удельный вес воздуха, кг/м³;
 g - ускорение силы тяжести, м/сек²;
 d_3 - эквивалентный диаметр каналов, образованных кусками породы, м;
 ℓ - длина лавы, м;
 ξ - свободный объем пустот, м³/м³;
 R_3 - сопротивление призабойного пространства, кг·сек²/м³;
 Q_3 - количество воздуха, проходящего через призабойное пространство лавы, м³/сек;
 $Q_{\text{выр}}$ - количество воздуха, проходящего через выработанное пространство, м³/сек;
 f - общий коэффициент сопротивления;
 m_0 - мощность обрушившейся толщи горных пород, м.

Обозначая через a величины, характеризующие аэродинамические свойства выработанного пространства, окончательно получим

$$H = \frac{Q_{\text{выр}} a}{Q_3} \sqrt{\frac{\ell}{R_3}}. \quad (2)$$

Из формулы (2) видно, что ширина проветриваемой зоны выработанного пространства зависит от $Q_{\text{выр}}, a, Q_3$. Влияние аэродинамического сопротивления R_3 и длины лавы ℓ на величину H сказывается в меньшей степени.

Столбовая система разработки характеризуется односторонним прилеганием воздушной струи к выработанному пространству. Поэтому при обратном порядке отработки проветриваемая зона выработанного пространства передвигается вслед за очистным забоем. Скорость перемещения

проветриваемой зоны обрушенных пород оказывает непосредственное влияние на развитие окислительных процессов и зависит от шага посадки кровли и скорости подвигания очистного забоя.

Зависимость утечек воздуха от ширины проветриваемой зоны и скорости подвигания очистного забоя. Величина

утечек воздуха в призабойную зону выработанного пространства зависит от скорости подвигания очистного забоя, с увеличением которой общие утечки воздуха в проветриваемую зону возрастают по кривой параболического вида.

Однако общие утечки воздуха в выработанное пространство еще не характеризуют его пожароопасность. Наиболее показательными в этом отношении являются удельные утечки воздуха, которые при столбовой системе разработки и обратном порядке отработки следует относить на 1 м^2 сечения проветриваемой зоны обрушенных пород.

Исследования показали, что с увеличением скорости подвигания очистного забоя удельные утечки воздуха в призабойную проветриваемую зону возрастают (рис. 1) по кривой вида

$$\Delta q = 0,4 V_3^{0,88}, \quad (3)$$

где Δq - удельные утечки воздуха, $\text{м}^3/\text{мин} \cdot \text{м}^2$;

V_3 - скорость подвигания очистного забоя, м/сутки.

Наибольшие удельные утечки воздуха ($0,9 \text{ м}^3/\text{мин} \cdot \text{м}^2$), соответствующие верхнему пожаробезопасному пределу, наблюдаются при скорости подвигания очистного забоя более 2,5 м/сутки. Случаев самонагрева угля не наблюдалось также на выемочных участках, обрабатываемых одним подэтажом при скорости подвигания очистного забоя 1,8 м/сутки. Поэтому можно считать, что при варианте столбовой системы лава-этаж и обратном порядке отработки пластов угля, склонного к самовозгоранию, пожаробезопасный предел скорости подвигания забоев составляет более 1,8 м/сутки (45 м/месяц).

С точки зрения возникновения очагов самовозгорания угля опасный предел удельных утечек воздуха в выработанное пространство установлен при скоростях подвигания очистного забоя 0,4-0,8 м/сутки. Такие скорости наблюдались обычно в немеханизированных забоях с геологически-

ми нарушениями пластов. При снижении скорости подвигания очистных забоев увеличивается время контактирования воздуха с углем, что способствует развитию процесса самовозгорания угля.

Принятый для оценки воздухопроницаемости выработанного пространства показатель удельных утечек воздуха Δq зависит от взаимодействия многих факторов, основными из которых являются: ширина проветриваемой зоны, эквивалентное отверстие и удельное аэродинамическое сопротивление выработанного пространства, прилегающего к очистному забою. Каждый из этих факторов зависит от целого ряда других, характеризующих технические параметры системы разработки (длина лавы, скорость подвигания и др.) и режим проветривания выемочных участков.

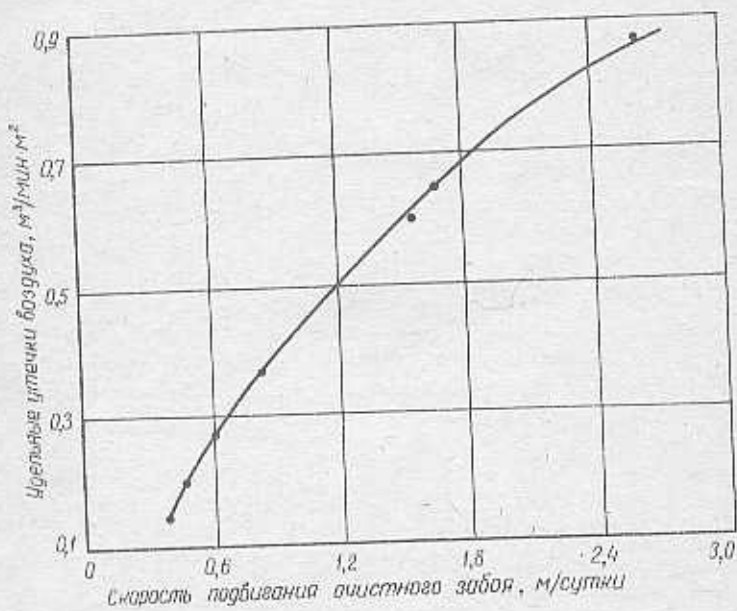


Рис. 1. Зависимость удельных утечек воздуха в выработанное пространство от скорости подвигания очистного забоя

Ширина проветриваемой зоны изменяется пропорционально скорости подвигания очистного забоя. Эта зависимость выражается уравнением

$$H = 2,1 + 4,3 V_z$$

Наибольшую ширину (13,5 м) проветриваемая зона имеет при скорости подвигания забоя 2,6 м/сутки, а наименьшую (3,8 м) – при скорости 0,4 м/сутки (рис. 2). Отклонение отдельных экспериментальных точек от прямой не превышает $\pm 8\%$ и объясняется различием физико-механических свойств пород кровли на исследуемых участках.

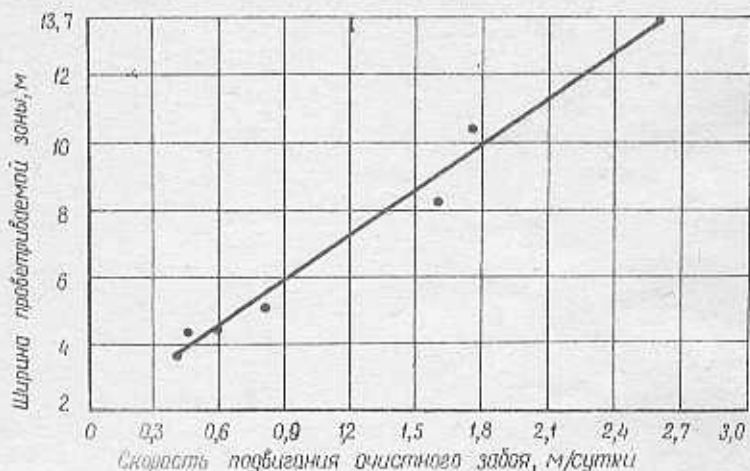


Рис. 2. Зависимость ширины проветриваемой зоны от скорости подвигания очистного забоя

Между шириной проветриваемой зоны и удельными утечками воздуха в призабойную зону Δq имеется прямолинейная зависимость (рис. 3, а); которая выражается уравнением

$$H = 1,5 + 12,5 \Delta q. \quad (5)$$

При пожаробезопасных утечках воздуха ($0,9 \text{ м}^3/\text{мин} \cdot \text{м}^2$ и более) ширина проветриваемой зоны превышает 13 м. Самовозгорание угля чаще всего наблюдается на выемочных участках с шириной проветриваемой зоны 3,5–7 м.

Скорость подвигания очистного забоя определяет время контактирования воздуха с углем, с увеличением которого повышается потенциальная эндогенная пожароопасность. Наиболее пожароопасные условия создаются на выемочных участках при скорости подвигания очистных забоев менее 20 м/месяц.

Зависимость ширины проветриваемой зоны от эквивалентного отверстия выработанного пространства выражается уравнением

$$H = 0,86 + 21,7 A_{\text{выр}}, \quad (6)$$

где $A_{\text{выр}}$ - эквивалентное отверстие выработанного пространства, м^2 .

С увеличением эквивалентного отверстия выработанного пространства ширина проветриваемой зоны возрастает по линейной зависимости (рис. 3, б).

Наибольшее значение она имеет при эквивалентном отверстии, равном $0,35-0,59 \text{ м}^2$. При таких значениях $A_{\text{выр}}$ наблюдались пожаробезопасные удельные утечки воздуха ($0,9 \text{ м}^3/\text{мин}\cdot\text{м}^2$ и более). Фактически на исследуемых участках с таким эквивалентным отверстием в призабойной зоне выработанного пространства самонагревания угля также не наблюдалось. Благоприятные условия для возникновения самонагревания создавались при эквивалентном отверстии выработанного пространства $0,13-0,25 \text{ м}^2$ и ширине проветриваемой зоны $3,5-7 \text{ м}$.

Проветриваемая зона выработанного пространства наиболее полно характеризуется удельным аэродинамическим сопротивлением обрушенных пород. Взаимосвязь между этими величинами выражается эмпирическим уравнением.

$$H = 1 + 2,06 \gamma_{\text{выр}}^{-1,13}, \quad (7)$$

где $\gamma_{\text{выр}}$ - удельное аэродинамическое сопротивление обрушенных пород, $\mu/\text{м}^3$.

С увеличением удельного аэродинамического сопротивления ширина проветриваемой зоны выработанного пространства уменьшается по экспоненциальной кривой (рис. 4). Наибольшую ширину эта зона имеет при удельном аэродинамическом сопротивлении $0,19-0,28 \mu/\text{м}^3$, которое характеризует в свою очередь устойчивые труднообрушаемые породы кровли пластов.

При удельном аэродинамическом сопротивлении $0,8-0,9 \mu/\text{м}^3$, соответствующем легкообрушаемым породам кровли, ширина проветриваемой зоны уменьшается до $3,8-4,5 \text{ м}$, при $\gamma_{\text{выр}} = 0,6 \mu/\text{м}^3$ и более ширина проветриваемой зоны уменьшается незначительно. Это указывает на наличие аэродинамического барьера шириной 4 м (для ис-

следуемых участков), обрушенные породы за которым уплотнены и характеризуются незначительной воздухопроницаемостью. Поэтому самовозгорание угля из условия достаточного (оптимального) притока воздуха может возник-

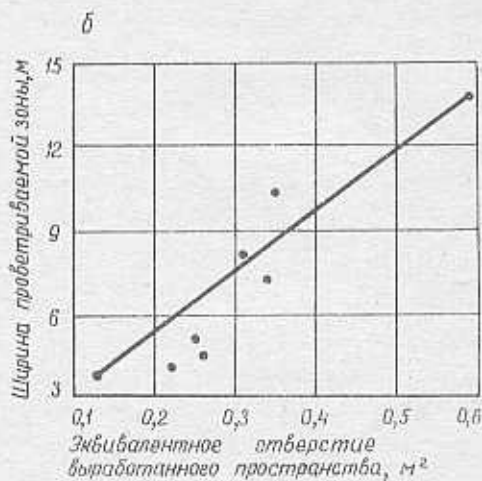
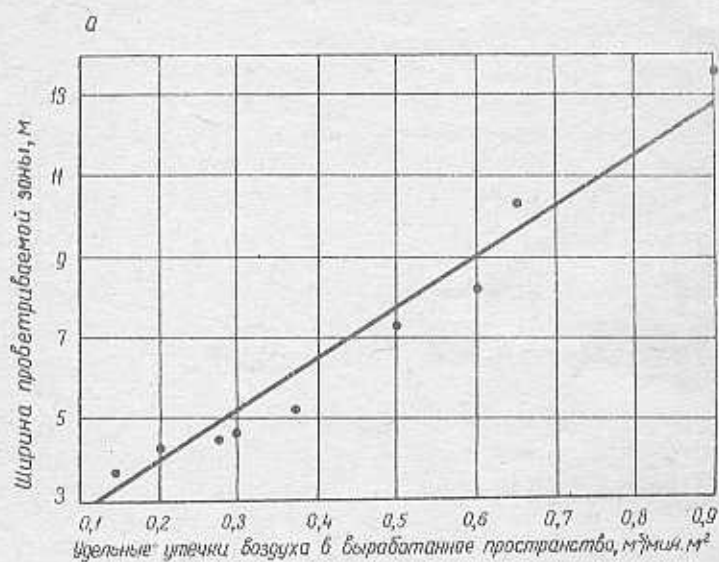


Рис. 3. Зависимость ширины проветриваемой зоны обрушенных пород от удельных утечек воздуха а и от эквивалентного отверстия выработанного пространства б

нуть в этом случае лишь в пределах проветриваемой зоны выработанного пространства.

Удельные утечки воздуха в проветриваемую зону обрушенных пород зависят от удельного аэродинамического сопротивления выработанного пространства и определяются из уравнения

$$\Delta q = 0,195 \tau^{-1} - 0,075. \quad (8)$$

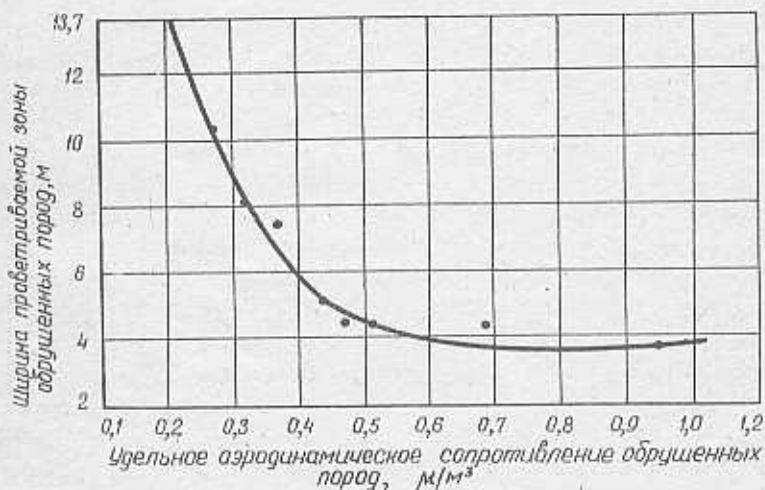


Рис. 4. Зависимость ширины проветриваемой зоны от удельного аэродинамического сопротивления при столбовой системе разработки

С увеличением удельного аэродинамического сопротивления удельные утечки воздуха уменьшаются по кривой, имеющей примерно экспоненциальный вид (рис. 5). Наиболее резкое изменение величин удельных утечек воздуха ($0,3-0,9 \text{ м}^3/\text{мин} \cdot \text{м}^2$) происходит в интервале удельных сопротивлений $0,19-0,45 \mu/\text{м}^3$. На выемочных участках с таким удельным аэродинамическим сопротивлением обрушенных пород удельные утечки воздуха соответствуют пожаробезопасному пределу, и случаев самовозгорания угля, как правило, не наблюдается. При удельном сопротивлении более $0,6 \mu/\text{м}^3$ удельные утечки воздуха изменяются незначительно. Это подтверждает сделанное выше предположение о существовании аэродинамического барьера, за которым

обрушенные породы более уплотнены и воздухопроницаемость их незначительна. Полученная эмпирическая зависимость $\Delta Q = f(\tau_{\text{выр}})$ наиболее полно характеризует воздухопроницаемость проветриваемой зоны выработанного пространства, о чем свидетельствуют незначительные отклонения экспериментальных точек от кривой.

Результаты исследований показали, что удельное аэродинамическое сопротивление обрушенных пород в проветриваемой зоне выработанного пространства зависит от скорости подвигания очистного забоя (рис. 6). С увеличением скорости подвигания удельное аэродинамическое сопротивление обрушенных пород уменьшается по экспоненциальной кривой. Наибольшие значения величины $\tau_{\text{выр}}$ получены при скорости подвигания забоев до 1 м/сутки, когда в кровле залегают неустойчивые легкообрушаемые породы. При скорости подвигания более 2 м/сутки и устойчивой кровле пласта удельное аэродинамическое сопротивление уменьшается незначительно. Полученная зависимость $\tau_{\text{выр}} = f(U_{\text{з}})$ характеризует взаимосвязь между геологическими (свойства вмещающих пород) и технологическими (скорость подвигания забоя, способ управления кровлей и т.д.) условиями разработки пластов и позволяет определить удельное аэродинамическое сопротивление обрушенных пород в проветриваемой зоне выработанного пространства.

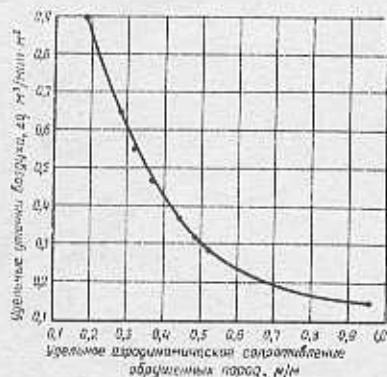


Рис. 5. Зависимость удельных утечек воздуха от удельного аэродинамического сопротивления

Скорость подвигания очистных забоев оказывает значительное влияние также и на эквивалентное отверстие вы-

работанного пространства, что выражается зависимостью

$$A_{\text{выр}} = 0,1 + 0,208 U_2^2 \quad (9)$$

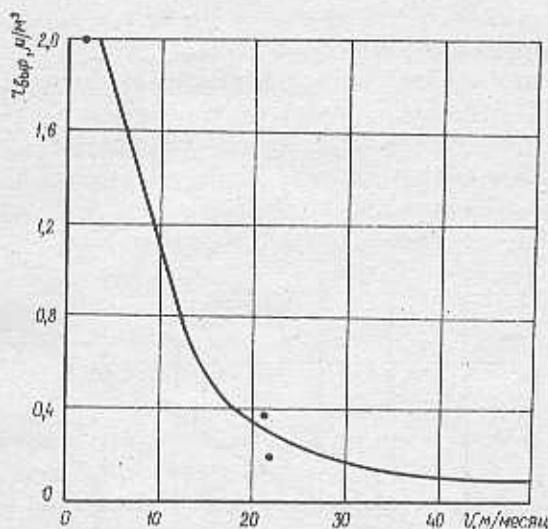


Рис. 6. Зависимость удельного аэродинамического сопротивления выработанных пространств от скорости подвигания очистного забоя

Увеличение скорости подвигания очистного забоя приводит к повышению эквивалентного отверстия выработанного пространства по линейной зависимости (рис. 7). Наименьшие значения величины $A_{\text{выр}}$ ($0,15-0,25 \text{ м}^2$) были получены при скорости подвигания забоев до $1 \text{ м}/\text{сутки}$, наибольшие ($0,45-0,59 \text{ м}^2$) - при скорости подвигания более $2 \text{ м}/\text{сутки}$.

При увеличении скорости подвигания очистных забоев обрушенные породы в призабойной зоне выработанного пространства уплотняются медленно, что приводит к уменьшению удельного аэродинамического сопротивления и, следовательно, к повышению воздухопроницаемости проветриваемой зоны.

Взаимосвязь между величиной удельных утечек воздуха в проветриваемую зону обрушенных пород и эквивалентным

отверстием выработанного пространства выражается уравнением

$$\Delta q = \alpha - 0,05 + 1,6 A_{\text{выр}}. \quad (10)$$

С увеличением эквивалентного отверстия выработанного пространства удельные утечки воздуха в проветриваемую зону обрушенных пород возрастают примерно по линейной зависимости. Как было рассмотрено выше, пожароопасным значениям удельных утечек воздуха соответствуют значения $A_{\text{выр}}$, равные 0,13–0,25 м². На всех исследуемых участках с таким эквивалентным отверстием обрушенных пород наблюдались случаи самонагревания угля.

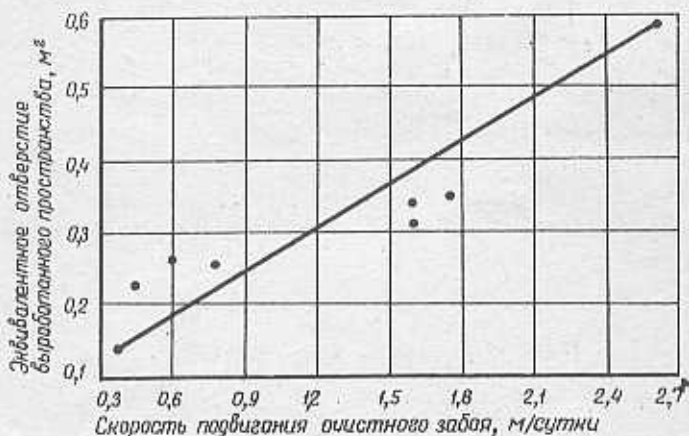


Рис. 7. Зависимость эквивалентного отверстия выработанного пространства от скорости продвижения очистного забоя

Таким образом, повышения аэродинамического сопротивления в проветриваемой зоне и снижения пожарной опасности столбовой системы разработки можно достигнуть лишь за счет уменьшения скорости продвижения очистных забоев. Это обстоятельство свидетельствует о том, что параметры эквивалентного отверстия не могут быть приняты для оценки пожаробезопасных режимов проветривания выемочных участков. Пожароопасность горных работ при столбовой системе разработки необходимо оценивать по таким параметрам, как скорость продвижения очистных забоев, удельные утечки воздуха в проветриваемую зону обрушенных пород и время ее перемещения.

Оценка пожароопасности выемочных участков при столбовой системе разработки. Совместное влияние рассмотренных выше геологических и технологических факторов, а также вентиляционного режима выемочных участков на пожароопасность столбовой системы разработки характеризуется временем подвигания проветриваемой зоны выработанного пространства.

Для развития процесса самонагревания до стадии возгорания необходим определенный (инкубационный) период времени, в течение которого удельные утечки воздуха должны иметь пожароопасные значения.

При подвигании очистных забоев по простиранию пласта происходит постоянное перемещение проветриваемой зоны выработанного пространства, в результате чего уменьшается время контактирования воздуха с углем.

Время передвигания τ определяется из выражения

$$\tau = \frac{H}{V_3} \quad (11)$$

и составляет, по данным исследований 5-9,5 суток.

При постоянном притоке воздуха к углю пожароопасные условия создаются в проветриваемой зоне, перемещение которой зависит от скорости подвигания забоя V_3 .

При отработке выемочных участков несколькими подэтажами за ширину проветриваемой зоны выработанного пространства следует принимать опережение между нижней и верхней лавами.

Пожаробезопасные условия могут быть обеспечены в случае, когда время передвигания проветриваемой зоны выработанного пространства будет меньше инкубационного периода процесса самовозгорания угля, т.е. $\tau_{зо} < \tau_{инкуб.}$

Для выполнения этого условия рекомендуется уменьшать величину опережения лав, увеличивать скорость подвигания забоев или применять вариант столбовой системы без разделения на подэтажи.

Из вышеизложенного следует, что время передвигания проветриваемой зоны τ является основным фактором, определяющим пожароопасность при столбовой системе разработки и обратном порядке отработки пластов угля, склонного к самовозгоранию.

