

6
А-55

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ СССР

ДОНЕЦКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

На правах рукописи.

Аспирант В. В. БАХТИН

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ ПАРАМЕТРОВ
ПРОВЕТРИВАНИЯ И ОЧИСТКИ РУДНИЧНОЙ
АТМОСФЕРЫ ОТ ЯДОВИТЫХ ПРИМЕСЕЙ
ПОСЛЕ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ
В ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТКАХ

Специальность № 05.520 «Техника безопасности и
противопожарная техника»

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени кандидата
технических наук

ДОНЕЦК — 1971

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ УССР

ДОНЕЦКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

На правах рукописи

Аспирант В. В. БАХТИН

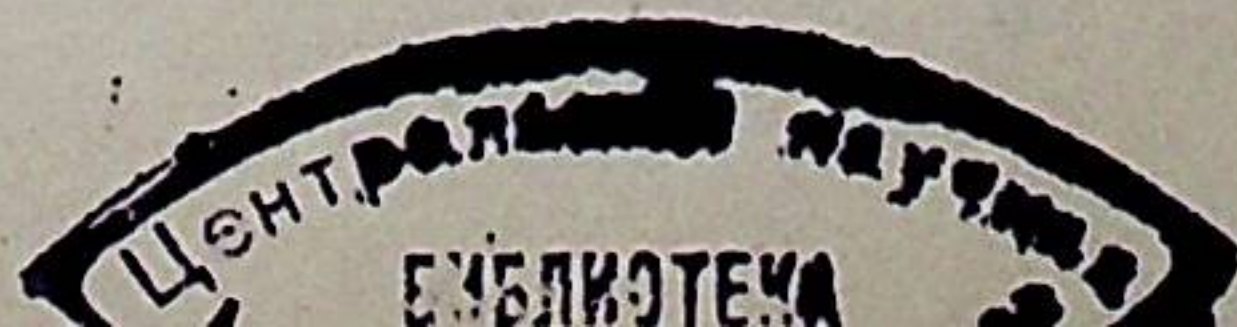
ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ ПАРАМЕТРОВ
ПРОВЕТРИВАНИЯ И ОЧИСТКИ РУДНИЧНОЙ
АТМОСФЕРЫ ОТ ЯДОВИТЫХ ПРИМЕСЕЙ
ПОСЛЕ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ
В ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТКАХ

Специальность № 05.520 «Техника безопасности и
противопожарная техника»

А в т о р е ф е р а т

диссертации на соискание ученой степени кандидата
технических наук

ДОНЕЦК—1971



Диссертационная работа выполнена в Донецком ордена Трудового Красного Знамени политехническом институте на кафедре «Охрана труда и горноспасательное дело» имени Пугача И. М.

Научные руководители: доктор технических наук,
профессор В. Я. Балтайтис;
кандидат технических наук, доцент И. Ф. Ярембаш.

ОФИЦИАЛЬНЫЕ ОППОНЕНТЫ:

доктор технических наук, профессор А. Ф. Милетич,
кандидат технических наук Н. Л. Росинский.

Ведущее предприятие — Управление Донецкого округа Госгортехнадзора УССР.

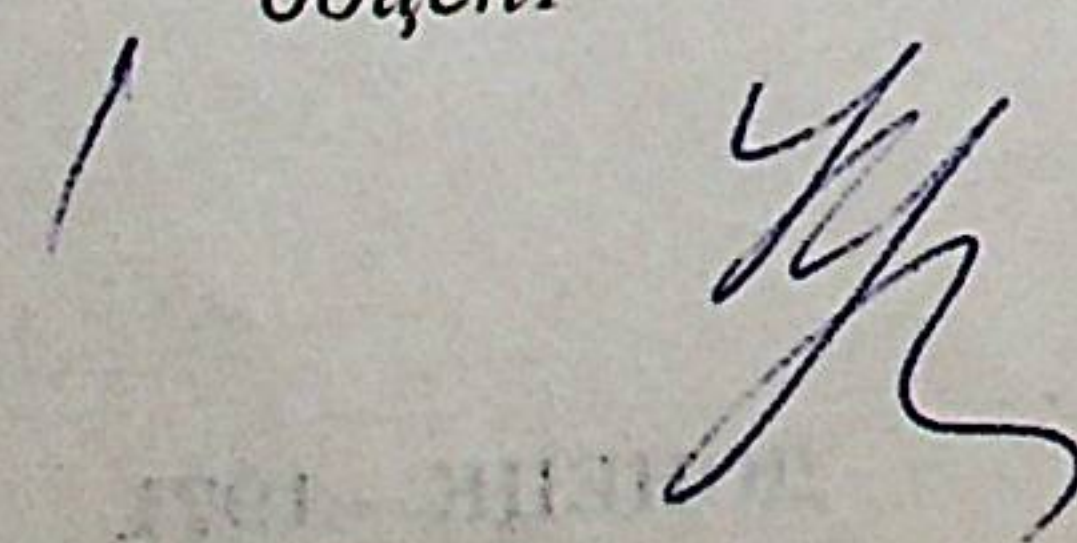
Направляем Вам для ознакомления автореферат диссертации аспиранта Бахтина В. В. на тему: «Исследование некоторых параметров проветривания и очистки рудничной атмосферы от ядовитых примесей после взрывных работ в подготовительных выработках», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института. Защита состоится на заседании Ученого Совета горного и геолого-маркшейдерского факультетов Донецкого политехнического института «*28*» *октября*. 1971 г.

Отзывы на автореферат просим направлять по адресу: г. Донецк, 66, ул. Артема, 58, политехнический институт.

Автореферат разослан *28 сентября*. 1971 г.

Ученый секретарь Совета ДПИ,
доцент (А. Г. ГУДЗЬ).



ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы

Коренные изменения, происшедшие за последнее десятилетие в технологии угледобычи за счет внедрения высокопроизводительных добычных машин и комбайнов, механизированных крепей, комплексной механизации и автоматизации основных производственных процессов, а также перехода на более совершенные системы разработки и научную организацию труда, потребовали значительного увеличения фронта подготовительных работ, а следовательно, и значительного увеличения объема взрывных работ как основного в настоящее время способа проведения подготовительных выработок.

Взрывные работы, являясь мощным средством механизации трудоемких процессов, загрязняют атмосферу подготовительных выработок ядовитыми примесями, из которых наибольшую опасность представляют окись углерода и окислы азота.

Выделяясь в атмосферу подземных выработок, эти газы создают потенциальную опасность острого отравления для горнорабочих. Так, по данным Госгортехнадзора, уровень производственного травматизма от интоксикации взрывными газами составляет 8,4% от общего числа несчастных случаев при взрывных работах, из них тяжелые случаи составляют 25% и смертельные 75%.

Практика проведения горных выработок взрывным способом и анализ несчастных случаев, происшедших в результате отравления газообразными продуктами взрыва, позволили предположить наличие сорбционных процессов в подготовительных выработках (пылью, водой и т. д.), а также явление захвата ядовитых примесей отбитой горной массой и трещинами массива пород в забое выработок.

Кроме этого, в горнотехнической литературе все чаще стали появляться высказывания компетентных лиц, подтверждающиеся на практике, о несовершенстве существующих методов расчета нагнетательного проветривания выра-

боток угольных шахт по фактору взрывных работ. Очевидно, причинами выявленных значительных расхождений между расчетными и фактическими параметрами нагнетательной вентиляции являются: недостаточная изученность физики процесса выноса ядовитых примесей из тупиковых выработок турбулентным потоком, отсутствие количественных оценок процесса сорбции и захвата ядовитых газов пылью, влагой, стенками выработки, отбитой горной массой и т. д.

В связи с этим в настоящее время стал также намечаться дифференцированный подход в вопросах разработки способов борьбы с ядовитыми газами в соответствии с местами их возможного накопления.

Цель работы. Целью данной диссертационной работы является исследование процесса удаления ядовитых примесей из тупиковых выработок с учетом фактора поглощения при помощи нагнетательного проветривания, разработка методики определения общей газовой ВВ и способов ее снижения и устройства по комплексной очистке атмосферы выработок от взрывных газов и пыли.

Общая методика выполнения исследований

Общая методика заключается в последовательном решении задач, относящихся к вопросам рассеивания и удаления ядовитых примесей из тупиковых подземных выработок. Детально исследовались вопросы механизма образования длины зоны отброса газообразных продуктов взрыва и первоначальное распределение концентрации ядовитых примесей по ее длине; динамика рассеивания ядовитых газов в турбулентном потоке с учетом сорбционных процессов; сорбция окиси углерода и окислов азота на угольной и породной пыли, а также захват ядовитых газов отбитой горной массой и пылью.

При выполнении настоящей работы был использован комплексный метод исследования, являющийся более надежным и достоверным на современном уровне развития горной науки и заключающийся в цепи: аналитические исследования — лабораторные опыты, моделирование — опыты в шахтных условиях. Во всех случаях предпочтение отдавалось результатам производственных исследований.

Обработка экспериментальных данных проводилась методами математической статистики и теории вероятностей.

Научная новизна. Получены теоретические зависимости по определению основных параметров нагнетательного про-

ветривания: длины зоны отброса газов взрыва, величины безопасного расстояния и времени проветривания забоя. Установлена количественная зависимость коэффициента поглощения ядовитых газов пылью, влагой, стенками выработок и т. п. от скорости движения воздуха. Исследован вопрос захвата ядовитых газов отбитой горной массой, порами и трещинами, а также определены сорбционные поверхности и емкости в отношении к СО и $\text{NO} + \text{NO}_2$ угольной и породной пыли. Разработана методика определения общей газовой ВВ и предложены способы снижения ее. Предложена конструкция устройства по комплексной очистке атмосферы выработок от ядовитых примесей и пыли и определена эффективность работы данного устройства для конкретных горно-геологических условий.

Практическая ценность. Полученные результаты исследований уточняют методы расчета нагнетательного проветривания тупиковых выработок по фактору разжижения ядовитых газов. Разработанные способы нейтрализации ядовитых газов и конструкция устройства могут быть использованы для улучшения санитарно-гигиенических условий в подземных выработках и повышения безопасности труда горнорабочих, а также для снижения необходимого времени проветривания всей выработки, которые, в конечном итоге, ведут к увеличению производительности труда проходчиков и снижению себестоимости проходки 1 пог. м выработки.

Реализация работы в промышленности. Устройство по комплексной очистке атмосферы подготовительных выработок от взрывных газов и пыли внедрено на Родинском шахтоуправлении комбината «Красноармейскуголь».

Апробация работы. Основные разделы работы доложены и обсуждены на Всесоюзной конференции молодых ученых в МакНИИ (1970 г.), в Донецком политехническом институте на двух научно-технических конференциях (1970, 1971 г.) и межкафедральном семинаре, на техсовете Донецкого округа Госгортехнадзора УССР, на шахте «Родинская» комбината «Красноармейскуголь» и № 43 комбината «Ростовуголь».

Публикация. По результатам выполненных исследований опубликовано 3 статьи, 4 статьи находятся в печати.

Объем работы. Реферируемая работа состоит из 4 глав, содержит 123 страниц машинописного текста, 31 рисунка и приложения на 43 страницах.

РАЗДЕЛ I.

СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ ИССЛЕДОВАНИЙ

В главе приведен анализ существующих методов расчета основных параметров нагнетательного проветривания по фактору взрывных работ, проанализированы результаты, полученные при исследовании сорбции ядовитых газов рудничной пылью и способов нейтрализации окиси углерода и окислов азота, изложена методика, а также поставлены цель и задачи исследования.

Анализ существующих методов расчета основных параметров нагнетательной вентиляции показал, что для определения длины зоны отброса газов взрыва, как исходного параметра любого проветривания, в настоящее время отсутствует единая, достаточно обоснованная научная теория. Это, естественно, привело к наличию значительного числа различных эмпирических формул, справедливых лишь строго для конкретных горногеологических условий.

Кроме этого, в известных расчетных уравнениях рудничной аэродинамики по определению величины безопасного расстояния и необходимого количества воздуха для проветривания по фактору разжижения ядовитых примесей совершенно не учитываются влияние процесса естественного убывания примесей, продольные и поперечные турбулентные деформации движущегося по выработке газового облака. Эти допущения, как показывает практика проветривания тупиковых выработок, ведет к значительному завышению расчетных параметров.

В настоящее время из работ Б. Д. Росси, А. П. Янова, П. В. Бересневича, П. И. Балкового, И. Ф. Ярембаша и др. можно считать доказанным, что образующиеся при взрыве ВВ газы частично выбрасываются в атмосферу выработок, частично захватываются разрушаемой горной породой и образовавшимися при взрыве трещинами в массиве горных пород. Все это требует дифференцированного подхода при определении общей газовой ВВ.

Проветривание до настоящего времени считалось основным способом очистки рудничной атмосферы от взрывных газов. Однако в настоящий момент — период интенсификации горнопроходческих работ, потребовавший поиска резервов рабочего времени — оно оказалось малоэффективным, так как продолжительность очистки выработки от взрывных газов велика. Это, естественно, вызвало необходимость разработки различных способов и устройств по нейтрализации

ядовитых газов с помощью химических реагентов и использования аэродинамических свойств воздушного потока.

Если для условий рудных предприятий в этом отношении достигнуты значительные результаты, чему определенно способствовали многочисленные исследования НИИрудвентиляции в Кривом Роге, ЦНИИПП в Березовске и Северо-Кавказского горнометаллургического института в Орджоникидзе и ряде других мест, то для условий выработок угольных шахт — практически ничего подобного не имеется.

В связи с этим, в работе поставлена цель — исследование некоторых параметров проветривания и очистки рудничной атмосферы от ядовитых примесей после взрывных работ в подготовительных выработках. Указанная цель достигается решением следующих основных вопросов:

1. Исследование динамики рассеивания ядовитых примесей при движении их по выработке с учетом поглощения.
2. Исследование захвата и поглощения (сорбции) ядовитых газов в подготовительных выработках, а также установление общей газовой ВВ в соответствии с местами их возможного накопления.
3. Изыскание способов снижения общей газовой ВВ и разработка устройства для возможности проведения комплексной очистки атмосферы подготовительных выработок от взрывных газов и пыли.

РАЗДЕЛ II.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИКИ РАССЕЙВАНИЯ ЯДОВИТЫХ ПРИМЕСЕЙ ПРИ ДВИЖЕНИИ ИХ ПО ВЫРАБОТКЕ

В первой части раздела — теоретические исследования — дано описание механизма образования длины зоны отброса газообразных продуктов взрыва, в основу которого положено возникновение продольных колебаний в воздушном пространстве выработки после детонации ВВ.

На основе составленной математической модели путем решения известного уравнения свободных продольных колебаний с соответствующими начальными и граничными условиями получено уравнение для определения длины зоны отброса газов взрыва, общий вид которого имеет вид:

$$l_0 = \frac{16}{27} \frac{AD}{\pi p v_0 R^2 N}, \text{ м}, \quad (1.1)$$

РАЗДЕЛ I.

СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ ИССЛЕДОВАНИЙ

В главе приведен анализ существующих методов расчета основных параметров нагнетательного проветривания по фактору взрывных работ, проанализированы результаты, полученные при исследовании сорбции ядовитых газов рудничной пылью и способов нейтрализации окиси углерода и окислов азота, изложена методика, а также поставлены цель и задачи исследования.

Анализ существующих методов расчета основных параметров нагнетательной вентиляции показал, что для определения длины зоны отброса газов взрыва, как исходного параметра любого проветривания, в настоящее время отсутствует единая, достаточно обоснованная научная теория. Это, естественно, привело к наличию значительного числа различных эмпирических формул, справедливых лишь строго для конкретных горногеологических условий.

Кроме этого, в известных расчетных уравнениях рудничной аэродинамики по определению величины безопасного расстояния и необходимого количества воздуха для проветривания по фактору разжижения ядовитых примесей совершенно не учитываются влияние процесса естественного убывания примесей, продольные и поперечные турбулентные деформации движущегося по выработке газового облака. Эти допущения, как показывает практика проветривания тупиковых выработок, ведет к значительному завышению расчетных параметров.

В настоящее время из работ Б. Д. Росси, А. П. Янова, П. В. Бересневича, П. И. Балкового, И. Ф. Ярембаша и др. можно считать доказанным, что образующиеся при взрыве ВВ газы частично выбрасываются в атмосферу выработок, частично захватываются разрушаемой горной породой и образовавшимися при взрыве трещинами в массиве горных пород. Все это требует дифференцированного подхода при определении общей газовой ВВ.

Проветривание до настоящего времени считалось основным способом очистки рудничной атмосферы от взрывных газов. Однако в настоящий момент — период интенсификации горнопроходческих работ, потребовавший поиска резервов рабочего времени — оно оказалось малоэффективным, так как продолжительность очистки выработки от взрывных газов велика. Это, естественно, вызвало необходимость разработки различных способов и устройств по нейтрализации

ядовитых газов с помощью химических реагентов и использования аэродинамических свойств воздушного потока.

Если для условий рудных предприятий в этом отношении достигнуты значительные результаты, чему определенно способствовали многочисленные исследования НИИрудвентиляции в Кривом Роге, ЦНИИПП в Березовске и Северо-Кавказского горнометаллургического института в Орджоникидзе и ряде других мест, то для условий выработок угольных шахт — практически ничего подобного не имеется.

В связи с этим, в работе поставлена цель — исследование некоторых параметров проветривания и очистки рудничной атмосферы от ядовитых примесей после взрывных работ в подготовительных выработках. Указанная цель достигается решением следующих основных вопросов:

1. Исследование динамики рассеивания ядовитых примесей при движении их по выработке с учетом поглощения.
2. Исследование захвата и поглощения (сорбции) ядовитых газов в подготовительных выработках, а также установление общей газовой ВВ в соответствии с местами их возможного накопления.
3. Изыскание способов снижения общей газовой ВВ и разработка устройства для возможности проведения комплексной очистки атмосферы подготовительных выработок от взрывных газов и пыли.

РАЗДЕЛ II.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИКИ РАССЕЙВАНИЯ ЯДОВИТЫХ ПРИМЕСЕЙ ПРИ ДВИЖЕНИИ ИХ ПО ВЫРАБОТКЕ

В первой части раздела — теоретические исследования — дано описание механизма образования длины зоны отброса газообразных продуктов взрыва, в основу которого положено возникновение продольных колебаний в воздушном пространстве выработки после детонации ВВ.

На основе составленной математической модели путем решения известного уравнения свободных продольных колебаний с соответствующими начальными и граничными условиями получено уравнение для определения длины зоны отброса газов взрыва, общий вид которого имеет вид:

$$l_0 = \frac{16}{27} \frac{AD}{\pi p v_0 R^2 N}, \text{ м}, \quad (1.1)$$

где A — количество одновременно взрывающегося ВВ, кг;
 D — скорость детонации ВВ, м/сек;
 R — средний радиус действия шпурового заряда, м;
 v_0 — скорость звука в воздухе, м/сек;
 ρ — плотность воздуха, кг/м³;
 N — количество шпуров в забое;
 $\pi = 3,14$.

Для подготовительных выработок с сечением $S \leq 20$ м², проводимых по горным породам с крепостью по шкале профессора М. М. Протодякова $1 \leq f \leq 9$ справедливо выражение

$$l_0 = 1,67 \cdot 10^{-4} \frac{AD}{R^2 \sqrt{fS}}, \text{ м} \quad (1.2)$$

Сравнение результатов, получаемых по формуле (1, 2) и ранее известному уравнению

$$l_0 = \frac{0,1Ab}{C_{\max} S \sqrt{\pi \omega}} e^{-\frac{1}{4\omega}},$$

предложенного доцентом И. Ф. Ярембашем, дало возможность установить их идентичность и на этой основе вывести аналитическую зависимость по определению коэффициента ω :

$$\frac{86,9}{\sqrt{S}} = \sqrt{\omega} e^{\frac{1}{4\omega}} \quad (1.3)$$

Величина безопасного расстояния определяется трансцендентным выражением

$$L_{\max} = \frac{v}{\gamma} \left[\ln \frac{7Ab}{S} - \frac{1}{2} \ln \left(D \frac{L_{\max}}{v} + \omega l_0^2 \right) \right] \quad (1.4)$$

а необходимое время проветривания всей выработки по фактору разжижения ядовитых газов до допустимых концентраций с учетом их поглощения находится из следующего уравнения:

$$\tau = \frac{1}{v} \left(L_{\max} - 2 \sqrt{D \tau \ln \frac{7Ab}{S \sqrt{D \tau}} e^{-\gamma \tau}} \right) \quad (1.5)$$

Вышеприведенные теоретические зависимости были получены в результате дополнительного математического исследования функции

$$C(x, \tau) = \frac{0,1 A b e^{-\gamma \tau}}{\sqrt{\pi} S \sqrt{D \tau + \omega l_0^2}} e^{-\frac{(x-v\tau)^2}{4(D\tau + \omega l_0^2)}}, \% \quad (1.6)$$

описывающей динамику рассеивания ядовитых примесей в турбулентном потоке при движении их по выработке в пространстве и во времени. Физический смысл величин, входящих в уравнение (1.6), следующий: b — газовость ВВ, л/кг; γ — коэффициент поглощения ядовитых газов пылью, влагой и стенками выработки, 1/сек; D — коэффициент продольного турбулентного перемешивания, м²/сек; v — средняя скорость движения воздуха по выработке, м/сек; x — текущее расстояние, м; τ — время замера концентрации ядовитых газов $C(x, \tau)$ в данном x , сек.

Особый интерес здесь представляет коэффициент поглощения ядовитых газов γ , который, как было установлено, значительно зависит от скорости движения воздуха. Эта зависимость описывается следующими эмпирическими уравнениями:

а) для условий выработок шахт Донбасса при $0,1 \leq v \leq 1,0$ м/сек и отсутствии капежа

$$\gamma = 10^{-4} [9,45 + 95,4(v - 0,1)], \text{ 1/сек} \quad (1.7)$$

б) для условий выработок шахт Кузбасса при $0,1 \leq v \leq 1,0$ м/сек

$$\gamma = 10^{-4} [19 + 200(v - 0,1)], \text{ 1/сек} \quad (1.8)$$

При скоростях движения воздуха менее 0,1 м/сек соответствующие значения коэффициента поглощения представлены в табл. 1, где в числителе даны значения γ для случая а), а в знаменателе — для случая б).

Таблица 1

v , м/сек	0,00	0,02	0,04	0,05	0,08	0,10
$\gamma \cdot 10^4$	7,0	7,0	7,1	7,2	8,0	9,45
1/сек	7,0	7,0	7,1	7,3	8,5	19,0

Следует заметить, что зависимости (1.7) и (1.8) справедливы лишь при соотношении площадей по сечению выработок угля и вмещающих пород 1:3; 2:3; 1:2; 1:1; 1:0; относительной влажности воздуха $78 \div 95\%$; выходе летучих веществ угля $4 \div 37,5\%$; температуре воздуха в выработках $17 \div 20^\circ\text{C}$, отсутствии дополнительных средств поглощения ядовитых примесей и притоке воды $0 \div 5,0 \text{ м}^3/\text{час}$.

В общем случае величина коэффициента поглощения может быть найдена из уравнения

$$\gamma = \frac{1}{\tau} \ln \frac{C_0}{C(x, \tau)}, \text{ 1/сек}, \quad (1.9)$$

где C_0 — концентрация ядовитых газов на расстоянии x от забоя выработки в момент времени τ при $\gamma = 0, \%$.

Во второй части раздела изложены результаты экспериментальной проверки в производственных условиях экспоненциального закона первоначального распределения ядовитых газов по длине зоны отброса, описываемого уравнением

$$C(x, 0) = \frac{0,1 A b \mu}{\sqrt{\pi \omega \mu_b} S l_0} \exp \left[-\frac{x^2}{4 \omega l_0^2} \right], \%, \quad (1.10)$$

где μ и μ_b — соответственно молекулярный вес ядовитых газов и воздуха, г/моль, и теоретического уравнения (1.6), показавших хорошее соответствие опытных и расчетных величин.

Аналогичные результаты были получены при проверке теоретических зависимостей по определению длины зоны отброса, величины безопасного расстояния и времени проветривания всей выработки. Достоверность указанных выражений подтверждена не только опытными данными, полученными непосредственно автором в производственных условиях, но также данными обработки опытных данных А. А. Мясникова, И. И. Медведева, А. П. Янова, И. С. Родькина, И. Ф. Ярембаша и др.

Кроме этого, в данном разделе приводится описание конструкции дистанционно-автоматического газового пробоотборника, с помощью которого производился отбор газовых проб в пределах длины зоны отброса и на значительных удалениях от забоя выработки.

РАЗДЕЛ III

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАХВАТА И ПОГЛОЩЕНИЯ (СОРБЦИИ) ЯДОВИТЫХ ГАЗОВ В ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТКАХ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЩЕЙ ГАЗОВОСТИ ВВ

В разделе приведены результаты исследования динамики выделения ядовитых газов из отбитой горной массы, пор и трещин, дана количественная оценка сорбционной поверхности, образующейся при взрывных и погрузочных работах угольной и породной пыли, а также изложены результаты лабораторных исследований адсорбции окиси углерода и окислов азота на угольной и породной пыли; описана методика определения общей газовой ВВ.

Установлено, что процесс выделения ядовитых газов из отбитой горной массы при ее уборке может быть описан следующей зависимостью.

$$C_y = a \tau^n \exp[-c \tau], \%, \quad (1.11)$$

где C_y — концентрация газов во время уборки отбитой горной массы в замерном сечении выработки в момент времени τ , %;

a, b, c — экспериментальные коэффициенты.

Общее количество ядовитых газов, выделившееся в атмосферу горной выработки из отбитой горной массы, пор и трещин (V_y) за время уборки, определяется выражением:

$$V_y = S v' \int_0^{\tau_1} a \tau^n e^{-c \tau} d\tau, \text{ м}^3 \quad (1.12)$$

где v' — скорость движения воздуха через замерное сечение, м/мин;

τ_1 — продолжительность уборки горной массы, мин.

Экспериментальным путем дана количественная оценка пылеобразованию при взрывных и погрузочных работах:

$$G = \frac{k S}{1000 m} (1 - e^{-m l}), \quad (1.13)$$

где G — общее количество пыли, выносимое вентиляционной струей, г;

k, m — эмпирические коэффициенты, соответственно равные для конкретных условий шахт комбината «Красноармейскуголь» (табл. 2):

Таблица 2

Вид работы	Значения эмпирических коэффициентов		Коэффициент корреляции
	к	п	
Взрывные работы:			
1. Без применения гидрозабойки	1967	0,04	$-0,970 \pm 0,012$
2. С применением гидрозабойки	283	0,03	$-0,941 \pm 0,057$
Погрузочные работы:			
1. С поливкой горной массы	1565	0,05	$-0,978 \pm 0,016$
2. Без поливки	428	0,05	$-0,989 \pm 0,008$

Рассчитанная по результатам дисперсного анализа удельная сорбционная поверхность пыли составила: при взрывных работах — 3675 см²/г и при погрузочных работах — 3829 см²/г.

Дана характеристика сорбционной способности угольной и породной пыли с размером частиц 0÷0,1 мм, при парциальных давлениях газов и температурах в пределах, существующих в подземных выработках, выражающейся следующими уравнениями изотерм сорбции:

1. При адсорбции СО на угольной пыли

$$a_c = (0,1446 - 0,00116t) P (0,00268t + 0,2949), \text{ мг/г} \quad (1.14)$$

2. При адсорбции СО на пыли песчано-глинистых сланцев

$$a_c = (0,0923 - 0,0008t) P (0,0043t + 0,2369), \text{ мг/г} \quad (1.15)$$

3. При адсорбции (NO+NO₂) на угольной пыли

$$a_c = (0,1943 - 0,00194t) P (0,00203t + 0,4695), \text{ мг/г} \quad (1.16)$$

4. При адсорбции (NO+NO₂) на пыли песчано-глинистых сланцев

$$a_c = (0,1128 - 0,00084t) P (0,01179t + 0,4573), \text{ мг/г} \quad (1.17)$$

где a_c — количество адсорбированного газа, мг/г;

t — температура, град. С;

P — парциальное давление сорбируемого газа, мм рт. ст.

Показано, что при одних и тех же условиях величина адсорбции окислов азота на угольной и породной пыли превышает величину адсорбции СО.

Наряду с этим показано, что с увеличением парциального давления исследуемого газа адсорбционная активность 1 г пыли возрастает. Если, например, величина адсорбции окислов азота на угольной пыли с дисперсностью 0—0,1 мм при давлении 0,05 мм рт. ст. и $t=10^\circ\text{C}$ составляет 0,0397 мг/г пыли, то при давлении 1,0 мм рт. ст. эта величина равна 0,1784 мг/г.

Увеличение температуры способствует снижению адсорбционной способности угольно-породной пыли. Если адсорбционная активность породной пыли (песчано-глинистых сланцев) по отношению к СО при давлении 0,05 мм рт. ст. и температуре 10°C составляет 0,363 мг/г, то при $t=35^\circ\text{C}$ — уже равна 0,0183 мг/г.

Полученные результаты исследований динамики выделения ядовитых газов из отбитой горной массы, пор и трещин, а также установление сорбционных способностей угольной и породной пыли дали возможность составить методику определения общей газовой ВВ, описанной на примере применения аммонита ПЖВ-20.

В процессе опытов установлено, что полный газовый баланс складывается из:

а) количества ядовитых газов, выбрасываемых непосредственно в атмосферу подготовительной выработки;

б) количества ядовитых газов, адсорбированных на образующейся при взрыве пыли;

в) количества ядовитых газов, захваченных отбитой горной массой, имеющимися порами в боковых породах и образовавшимися при взрыве трещинами.

Количество ядовитых газов, выброшенных непосредственно в атмосферу выработки, определяется исходя из закона распределения ядовитых примесей по длине зоны отброса при $x=l_0$:

$$B_a = A_b = 10 \sqrt{\pi \omega} C(l_0) S l_0 e^{\frac{1}{4\omega}}, \text{ л} \quad (1.18)$$

где $C(l_0)$ — концентрация ядовитых газов на границе длины зоны отброса газового облака, ‰.

Составленный газовый баланс для аммонита ПЖВ-20 (табл. 3) показывает, что количество ядовитых газов, адсорбированных на пыли и захваченные отбитой горной массой, аккумулялированные в порах и трещинах соизмеримо с количеством газов, выброшенных непосредственно в атмосферу горной выработки.

Таблица 3

Количество ядовитых газов, выброшенных в атмосферу выработки	Количество ядовитых газов, адсорбированных на угольно-породной пыли	Количество ядовитых газов, захваченных отбитой горной массой, порами и трещинами	Полная газовость ВВ
62,5 л/кг 54,9‰	13,8 л/кг 12,1‰	37,6 л/кг 33,0‰	114 л/кг 100‰

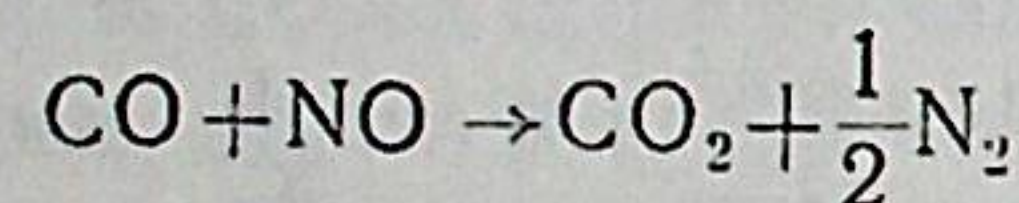
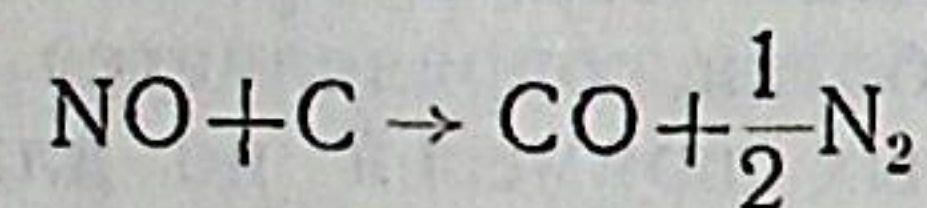
Очевидно, такое относительное распределение газовой ВВ требует дифференцированного подхода в вопросах борьбы с ядовитыми газами.

РАЗДЕЛ IV.

РАЗРАБОТКА СПОСОБОВ БОРЬБЫ С ЯДОВИТЫМИ ГАЗАМИ И УСТРОЙСТВА ДЛЯ КОМПЛЕКСНОЙ ОЧИСТКИ АТМОСФЕРЫ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК ОТ ВЗРЫВНЫХ ГАЗОВ И ПЫЛИ

В данном разделе изучено влияние соотношения диаметров шпура и заряда на количественное образование ядовитых газов, разработаны способы снижения общей газовой ВВ с помощью газопонижающей забойки и разработан способ и устройство по комплексной очистке атмосферы подготовительных выработок от взрывных газов и пыли.

Согласно существующим теоретическим предпосылкам на механизм образования ядовитых газов, исходящих из того, что между углеродной и азотной группой окислов существует подвижное равновесие, определяемое следующими уравнениями реакции:



вытекает, что, если взрыв происходит в некотором замкнутом пространстве (в данном случае — в шпуре), то на стенках его происходит обрыв цепи на стадии образования определенной группы окислов и тем интенсивнее, чем меньше давление.

Исходя из этого, в работе показано, что уменьшение диаметра заряда по отношению к диаметру шпура приводит к снижению давления, развиваемого взрывом, а следовательно, к увеличению количества образующегося NO, и в конечном итоге — к уменьшению общей газовой ВВ, о чем наглядно свидетельствуют данные табл. 4.

Таблица 4

Количество ядовитых газов при обычном взрывании, м³			Количество ядовитых газов при контурном взрывании, м³		
NO+NO ₂	CO	CO ₂	NO+NO ₂	CO	CO ₂
0,005	0,025	0,114	0,008	0,012	0,265

С целью снижения общей газовой ВВ разработаны два вида газопонижающей забойки. Первый представляет собой полиэтиленовые патроны с раствором 1,4% KMnO₄ и 1,0% Na₂SO₃, второй — 1,4% водный раствор KMnO₄ и 10% раствор HCl. В качестве связующего материала в нем используется эпоксидная смола и жидкое стекло.

Производственные испытания указанных видов газопонижающей забойки показали, что благодаря ее использованию происходит снижение общей газовой ВВ в среднем на 50÷60%.

Для комплексной очистки атмосферы подготовительных выработок от взрывных газов и пыли разработаны способ и на его основе конструкция устройства, сущность которого заключается в следующем: на пути движения газопылевого облака с помощью специальной центробежной форсунки создается факел сильно диспергированной воды с растворенными в ней химическими добавками (1,4% KMnO₄ + 1,0% Na₂SO₃ + 0,1 ДБ). Водяной факел перекрывает полностью сечение выработки и направлен в сторону движения основного вентиляционного потока.

Оптимальные параметры форсунки были получены на ЭВМ «Минск-22»: давление воды 10÷15 ати, расход воды — 20 л/мин.

Работая в течение 2,0÷2,5 мин., данное устройство, как показали производственные исследования и результаты внедрения его на Родинском шахтоуправлении комбината «Красноармейскуголь», позволило значительно снизить фактические значения безопасного расстояния и времени проветривания выработки, которые соответственно составили 60 м и 6 мин. (против 300 м и 30 мин), а запыленность рудничного воздуха после взрывных работ по длине L_{max} снизить до санитарных норм.

Экономический эффект от снижения времени проветривания забоя при двух взрываниях в смену составил 1621 руб. в год на один подготовительный забой.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

1. По теоретической части работы:

1. Отсутствие в расчетных формулах при проектировании нагнетательного проветривания глухих выработок параметров, учитывающих захват и поглощение ядовитых газов, дифференцированный подход к определению газовой ВВ, поперечное и продольное перемешивание в турбулентном потоке, неравномерное распределение ядовитых примесей по длине зоны отброса, приводят в конечном итоге к получению завы-

шенных значений рассчитываемых величин — расхода воздуха, $L_{\max}$ и τ .

2. Исходя из предложенного механизма образования длины зоны отброса газообразных продуктов взрыва и воспользовавшись законами теории упругости и физики взрыва, получена и экспериментально проверена теоретическая зависимость по определению важнейшего параметра проветривания: зоны отброса газов взрыва, являющаяся функцией физико-механических свойств горных пород, параметров паспорта БВР, выработки и взрывааемого ВВ.

3. Предложены теоретические зависимости по определению длины выработки, на которой происходит снижение концентрации ядовитых газов до допустимых норм ПБ и времени проветривания по фактору взрывных работ с учетом сорбционных процессов. С целью удобства пользования ими при практических расчетах построены соответствующие номограммы.

Достоверность полученных уравнений подтверждена многочисленными экспериментальными данными, а также путем обработки опытных данных других авторов.

II. По экспериментальной части работы:

1. Установлена функциональная зависимость коэффициента поглощения ядовитых газов пылью, влагой и стенками выработки от скорости движения воздуха в интервале от 0 до 1 м/сек.

2. На основе газовых съемок подтвержден экспоненциальный закон первоначального распределения концентрации ядовитых примесей по длине зоны отброса. Опытным путем проверена и подтверждена существующая теоретическая зависимость, описывающая динамику рассеивания ядовитых газов во времени и в пространстве с учетом сорбционных процессов в горных выработках.

3. Дана количественная оценка процессам пылеобразования при взрывных и погрузочных работах и определены сорбционные поверхности угольной и породной пыли.

Лабораторными исследованиями установлена способность угольной и породной пыли сорбировать на своей поверхности взрывные газы, в частности СО и $\text{NO} + \text{NO}_2$.

Определены значения констант сорбции v^1 и s^1 , входящих в уравнение Фрейндлиха, и установлена их зависимость от температуры.

4. Дана количественная оценка захвату ядовитых газов отбитой горной массой, трещинами и методика определения общей газовой ВВ на примере ПЖВ-20.

5. С целью возможности проведения исследований по динамике рассеивания ядовитых примесей по длине выработки, а также для установления первоначального распределения концентрации взрывных газов по длине зоны отброса разработан конструкция и изготовлен опытный промышленный образец дистанционно-автоматического газового пробоотборника, который использовался при выполнении газовых съемок.

6. Разработано и внедрено устройство, обеспечивающее проведение комплексной очистки атмосферы подготовительных горных выработок от взрывных газов и пыли, а также предложены способы снижения общей газовой ВВ.

7. Проведение эффективной комплексной очистки взрывных газов от ядовитых примесей и пыли достигается установкой разработанного устройства не далее 5 м за зоной отброса. При этом направление факела диспергированной воды должно совпадать с направлением движения основной вентиляционной струи.

При давлении воды $10 \div 15$ ати и содержании химических реагентов в количестве 1,4% KMnO_4 , 1% Na_2SO_3 и 0,1% ДБ эффективность очистки взрывных газов от ядовитых примесей и пыли при расходе воды через форсунку 20 л/мин соответственно составила для условий ш/у «Родинское» $82 \div 85\%$ и $89 \div 94\%$.

Основные разделы диссертационной работы были доложены:

1. На научно-технической конференции в Донецком политехническом институте (1970).
2. На Всесоюзной конференции молодых ученых по безопасности труда в горной промышленности, посвященной 100-летию со дня рождения В. И. Ленина, Макеевка, 1970.
3. На научно-технической конференции, посвященной 50-летию Донецкого политехнического института, Донецк, 1971.
4. На межкафедральном семинаре ДПИ (1971).
5. На техсовете Донецкого округа Госгортехнадзора СССР (1971).

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ДИССЕРТАЦИИ ОПУБЛИКОВАНЫ В СЛЕДУЮЩИХ РАБОТАХ АВТОРА:

1. Исследование аэродинамических и сорбционных процессов в горных выработках. «Научно-исследовательские работы в области горнодобывающей промышленности». Материалы научно-техн. конференции ДПИ, Донецк, 1970 (соавтор И. Ф. Ярембаш).
2. Опасность токсического действия взрывных газов. Информационная карта ЦНИЭИ угля серии 18, № 274, 1970 (соавторы И. Ф. Ярембаш, В. В. Суханов).

Ирембаш, С. М. Данилевич.
«Техника» № 10, 1971, № 10 (соавторы Н. Ф. Ярембаш, С. М. Данилевич).

«Техника» № 10, 1971, № 10 (соавторы Н. Ф. Ярембаш, С. М. Данилевич).

«Техника» № 10, 1971, № 10 (соавторы Н. Ф. Ярембаш, С. М. Данилевич).

«Техника» № 10, 1971, № 10 (соавторы Н. Ф. Ярембаш, С. М. Данилевич).

Одобрено за выпуск зав. кафедрой
«Охрана труда и горноспасательное дело»
и. н. н. Пулатов, профессор, докт. техн. наук
БАЛТАЙТИС В. Я.

И. Ф. Ярембаш, С. М. Данилевич. 1971 г.
«Техника» № 10, 1971, № 10 (соавторы Н. Ф. Ярембаш, С. М. Данилевич).
«Техника» № 10, 1971, № 10 (соавторы Н. Ф. Ярембаш, С. М. Данилевич).

3. Рассеивание ядовитых примесей в турбулентном потоке с учетом их поглощения. Сб. «Совершенствование разработки угольных месторождений», Донецк, 1971 (соавторы И. Ф. Ярембаш, С. М. Данилевич).

4. Влияние соотношения диаметров шпура и заряда на образование ядовитых газов при взрывных работах в подземных выработках. Сб. «Разработка месторождений полезных ископаемых». «Техніка», Киев, 1971, № 26 (соавторы И. Ф. Ярембаш, А. Г. Гудзь, Е. М. Гарцуев).

5. Дистанционно-автоматический газовый пробоотборник. Сб. «Горные машины и автоматика». «Недра», М., 1971, № 10 (соавторы И. Ф. Ярембаш, А. А. Хазин, А. Г. Кизилов, С. М. Данилевич).

6. Снижение количества ядовитых газов при взрывных работах. Сб. «Техника безопасности, охрана труда и горноспасательное дело». «Недра», М., 1971, № 9 (соавторы И. Ф. Ярембаш, С. М. Данилевич).

7. Очистка атмосферы подземных выработок после взрывных работ. Сб. «Техника безопасности, охрана труда и горноспасательное дело». «Недра», М., 1971, № 10 (соавторы И. Ф. Ярембаш, С. М. Данилевич).

Ответственный за выпуск зав. кафедрой
«Охрана труда и горноспасательное дело»
им. И. М. Пугача, профессор, док. техн. наук
БАЛТАЙТИС В. Я.