

6
A66
МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ УССР

ДНЕПРОПЕТРОВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ ГОРНЫЙ
ИНСТИТУТ ИМЕНИ АРТЕМА

На правах рукописи

Аспирант КЛОЧКОВ В.Г.

ИССЛЕДОВАНИЕ АЭРОГАЗОДИНАМИКИ ВЫЕМОЧНЫХ УЧАСТКОВ
ШАХТ ДОНБАССА И РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ ЭФ-
ФЕКТИВНОСТИ ИХ ПРОВЕТРИВАНИЯ

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

г.Днепропетровск,

1971 г.

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ УССР**

**ДНЕПРОПЕТРОВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ ГОРНЫЙ
ИНСТИТУТ ИМЕНИ АРТЕМА**

На правах рукописи

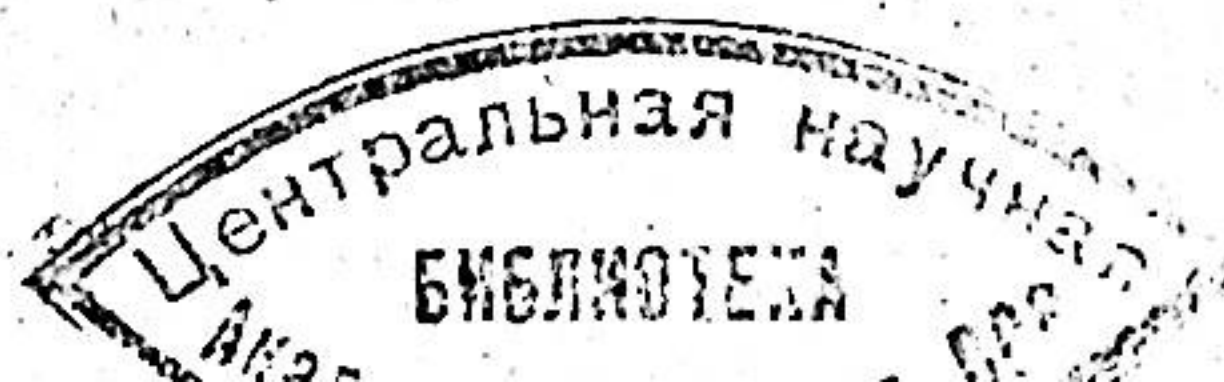
Аспирант КЛОЧКОВ В.Г.

**ИССЛЕДОВАНИЕ АЭРОГАЗОДИНАМИКИ ВЫЕМОЧНЫХ УЧАСТКОВ
ШАХТ ДОНБАССА И РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ ЭФ-
ФЕКТИВНОСТИ ИХ ПРОВЕТРИВАНИЯ**

**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

**г.Днепропетровск,
1971 г.**



22.333 1622.8
66

Работа выполнена в лаборатории рудничной вентиляции днепропетровского горного института им. Артема, промышленные исследования проводились на шахтах комбината Донбассантрацит.

Научный руководитель - член-корр. АН УССР АБРАМОВ Ф.А.

Официальные оппоненты:

Профессор, доктор технических наук ОСИПОВ С.Н.

Доцент, кандидат технических наук РОМЕНСКИЙ Л.П.

Ведущее предприятие - комбинат "Донбассантрацит".

Автореферат разослан " " 1971 г.

Защита диссертации состоится " " 1971 г. на заседании объединенного Совета горного и шахтостроительного факультета Днепропетровского ордена Трудового Красного Знамени горного института имени Артема.

Просим Вас принять участие в работе Совета или прислать свои отзывы в 2-х экземплярах, заверенные печатью учреждения, по адресу: г.Днепропетровск, 14, пр.К.Маркса, 19, Ученому Совету.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

Ученый секретарь Совета,

проф., докт. техн. наук

БУНЬКО В.А.

А Н Н О Т А Ц И Я

В диссертационной работе изложены результаты экспериментальных и теоретических исследований аэрогазодинамики выемочных участков шахт Донбасса при разработке угольных пластов без спутников и со спутниками.

На основе проведенных в натуральных условиях и на моделях исследований получены следующие основные результаты:

1. Выведены аналитические зависимости утечек воздуха через выработанное пространство и определены параметры этих зависимостей для разных значений длины лавы и количества подаваемого на участок воздуха.

2. Впервые на базе наблюдения с применением серии заложенных в выработанном пространстве труо исследованы характер движения воздуха и распределения депрессии, а также установлены закономерности фильтрации метана в объеме выработанного пространства лавы.

3. Получены функциональные зависимости числа Ричардсона от угла наклона горных выработок и значения коэффициента перемешивания для различных скоростей движения воздушного потока в горных выработках.

4. На базе выполненных исследований разработаны методы и средства повышения эффективности проветривания выемочных участков и борьбы с газом сильногазовых шахт, позволившие увеличить нагрузку на очистной забой в 3-4 раза и довести добычу из лавы до 1000 тонн в сутки.

Перечисленные выше результаты исследований защищаются в настоящей диссертационной работе.

В директивах XXIV съезда КПСС по плану развития народного хозяйства СССР на 1971-1975 гг. намечено довести добычу угля к 1975 г. до 685-695 млн. тонн и увеличить производительность труда в 1,4 раза.

Главными направлениями повышения добычи и улучшения технико-экономических показателей работы шахт является применение высокопроизводительных комплексов и увеличение нагрузки на лавы.

Интенсификация горных работ и нарастание глубины разраотки сопряжено с увеличением газообильности шахт, что выдвигает ряд задач перед горной наукой по созданию нормальных и безопасных условий труда горнорабочих и улучшению проветривания добычных участков газовых шахт.

В настоящей работе излагаются результаты исследований движения газо-воздушной смеси в выработанном пространстве, влияния длины лавы на утечки воздуха, слоевых и местных скопления метана, эффективности дегазации спутников и ряда других параметров, связанных с аэродинамикой выемочных участков сильногазовых шахт, а также на базе проведенных исследований предложены методы повышения эффективности проветривания последних.

Г л а в а I. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ ВОПРОСОВ АЭРОГАЗОДИНАМИКИ И ПРОВЕТРИВАНИЯ ДОБЫЧНЫХ УЧАСТКОВ ШАХТ

Изучение вопросов аэродинамики выемочных участков шахт проводится в направлениях: исследование установившихся (стационарных) и неуставившихся процессов.

Этим вопросам посвящены работы ряда ученых: Абрамова Ф.А., Бойко В.А., Комарова В.Б., Лидина Г.Д., Клебанова Ф.С., Осипова С.А., Мясникова В.А., Печука И.И., Ушакова К.З., Нучкова Л.А. и др.,

выполненные с целью установления зависимостей между содержанием метана, его дебитом и количеством воздуха, поступающего на участок. Ряд исследователей считает, что дебит метана на выемочном участке не зависит от дебита подаваемого на участок воздуха. Другие указывают, что существует некоторая связь между дебитом метана и дебитом воздуха.

Известные исследования этого вопроса с применением метода математической статистики указывает на слабую связь между вышеуказанными параметрами. Эти закономерности соответствуют случаям разработки одиночных пластов без спутников.

При разработке пластов со спутниками существенную роль в газовой ситуации выемочного участка играет выработанное пространство. В некоторых работах указано, что дебит метана незначительно зависит от дебита воздуха.

Вместе с тем в других работах высказываются противоположные мнения. Поэтому оценка влияния дебита воздуха на дебит метана с учетом выработанного пространства и дегазации спутников требует дальнейшего исследования. Изменение количества воздуха, поступающего на выемочный участок, осуществляется отрицательными и положительными регулирующими устройствами. В основном эти регулирующие устройства имеют нелинейную характеристику, что затрудняет использование их при автоматизации проветривания шахт. Ввиду этого в работе рассматриваются задачи регулирования воздуха с применением новых типов регулируемых устройств. На безопасность ведения горных работ большое влияние оказывают слоевые скопления метана. К настоящему времени исследованы причины образования слоевых скопления и предложен ряд мер по их устранению. Однако, вопросы влияния углов падения пластов и влияние дегазации на слоевые скопления метана детально не исследовались.

Вопросы газовой нестационарности (переходные процессы)* привлекали внимание ряда исследователей, которыми выполнен значительный объем экспериментальных наблюдений. Однако эти исследования проводились на мелкомасштабных физических моделях и атмосфере горных выработок. Непосредственные измерения аэрогазодинамических параметров воздушного потока и газовых примесей в выработанном пространстве с учетом изменения режима работы дегазационных установок ранее не производилось.

Целью диссертационной работы является экспериментальное и теоретическое исследование аэрогазодинамики выемочных участков при разработке газоносных угольных пластов пологого падения и разработка методов повышения эффективности их проветривания.

В соответствии с этой целью в работе поставлены следующие основные задачи:

1. Экспериментально исследовать характер газодинамических процессов, распределение барометрического давления и метана непосредственно в выработанном пространстве.

2. Исследовать влияние длины лавы на утечки воздуха через выработанное пространство и характер выноса метана из него.

3. Методом физического моделирования и натурных наблюдений исследовать влияние угла падения пласта и скорости воздушного потока в горных выработках на процесс расслоения метана, а также оценить факторы возникновения местных скоплений метана в пунктах сопряжений лав с вентиляционными штеками и предложить способы устранения этих явлений.

4. Исследовать аэродинамические параметры регулятора типа водяной завесы и выявить эффективность применения его в качестве регулятора дебита воздуха и средства борьбы с пылью в горных выработках.

5. Методом натурных наблюдений и физического моделирования изучить характер и параметры неустановившихся газодинамических процессов в пределах выемочных участков газовых шахт и разработать практические рекомендации по исключению их вредных последствий.

На базе выполненных исследований разработать методы и средства повышения эффективности проветривания и борьбы с газом на выемочных участках сильногазовых шахт, позволяющих резко увеличить нагрузку на очистной забой.

Г л а в а П. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЫРАБОТАННОГО ПРОСТРАНСТВА НА ГАЗОДИНАМИКУ ВЫЕМОЧНЫХ УЧАСТКОВ ШАХТ

Влияние выработанного пространства на газодинамику выемочного участка было исследовано на шахтах, разрабатывающих угольные пласты, имеющие в кровле и почве слутники, являющиеся источниками выделения метана в объем выработанного пространства.

Натурные эксперименты выполнены на наиболее газообильных шахтах комбината Донбассантрацит "Садово-Хрустальская" с относительной газообильностью $52 \text{ м}^3/\text{т}$, шахте № 7/8 - $126 \text{ м}^3/\text{т}$ и др.

Эти шахты разрабатывают пласты, имеющие выше- и нижерасположенные слутники. Системы разработки пластов - сплошная и длинный столб. по простиранию. Для установления закономерности влияния выработанного пространства на газовую ситуацию выемочных участков непосредственно в горных выработках указанных шахт производились эксперименты с использованием аппаратуры дистанционного контроля содержания метана и скорости воздушного потока.

Результаты измерения дебита воздуха и процентного содержания метана оценивались как случайные величины и полученные данные измерений обрабатывались методами математической статистики. В ре-

в результате получена следующая зависимость утечек воздуха через выработанное пространство от его размера

$$Q_{\text{ут}} = \frac{x}{a + bx} \quad \text{м}^3/\text{мин},$$

где x - расстояние от лавы, м.

$a = 0,35$ и $b = 0,043$ - параметры зависимости для пластов

Боково-Хрустальской свиты при длине лавы > 200 м.

Результаты расчетов утечек по этой формуле достаточно хорошо совпадают с данными шахтных экспериментов и свидетельствуют о том, что наибольшие утечки имеют место на расстоянии до 200 м от лавы. Это часть выработанного пространства условно названа нами "активной", а остальная часть - "пассивной".

Установлено, что размеры и время существования "активной" зоны и газопоступление в выработанное пространство зависят от скорости подвигания очистного забоя, характера обрушения основной кровли. Показано также, что размер по простиранию "активной" зоны и величина утечек существенно зависят от длины лавы.

Эта зависимость имеет вид

$$Q_{\text{ут}} = ae^{-bL_{\text{л}}}, \quad \text{м}^3/\text{мин}$$

где $L_{\text{л}}$ - длина лавы, м;

a и b - параметры формулы, зависящие от длины лавы.

Числовые значения " a " и " b " для различных расстояний от лавы и значений длин их, а также дебитов воздуха представлены в табл. I, а характер изменения - на рис. I.

Таблица I

"Сечения" выработанного пространства	$Q_{\text{н}} = 180-200 \text{ м}^3/\text{мин}$		$Q_{\text{н}} = 390-500 \text{ м}^3/\text{мин}$	
	a	b	a	b
I	2	3	4	5
25	54,96	0,0043	101	0,0055
50	72,44	0,0029	125	0,0047
75	86,84	0,0025	151	0,0037

I	2	3	4	5
100	100,25	0,0019	172	0,0030
150	112,74	0,0013	192	0,0025
200	123,94	0,0010	214	0,0020
250	134,05	0,0004	238	0,0014
300	144,13	0,0002	243	0,0007

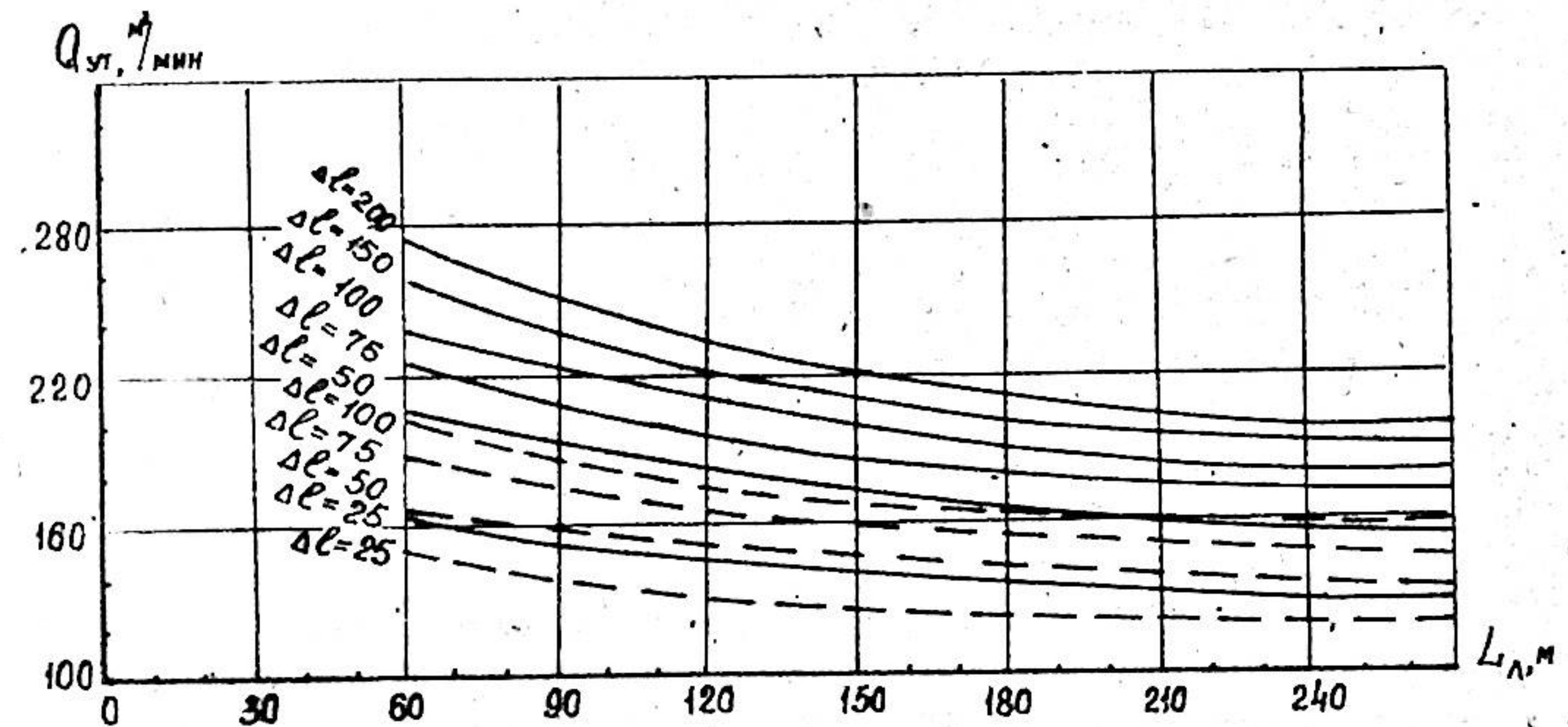


Рис. I. Зависимость утечек воздуха от длины лавы при начальном дебите воздуха 180-200 м³/мин (пунктирная) и 350-500 м³/мин (сплошная линия).

На шахте "Садово-Хрустальская" впервые осуществлен эксперимент закладки труб в выработанном пространстве лавы с целью непосредственной регистрации концентраций метана в его объеме. Для этой цели в выработанном пространстве 4-й западной лавы пласта I₃ длиной 260 м были уложены 4 плиты металлических труб диаметром 50 мм, длиной, соответственно, 200, 150, 100 и 50 м. Трубы размещались непосредственно на почве, ограждались тумбами ОКУ-3 и кострами, заполненными породой; концы труб в выработанном пространстве имели вертикальные перфорированные стояки диаметром 100 мм. По мере под-

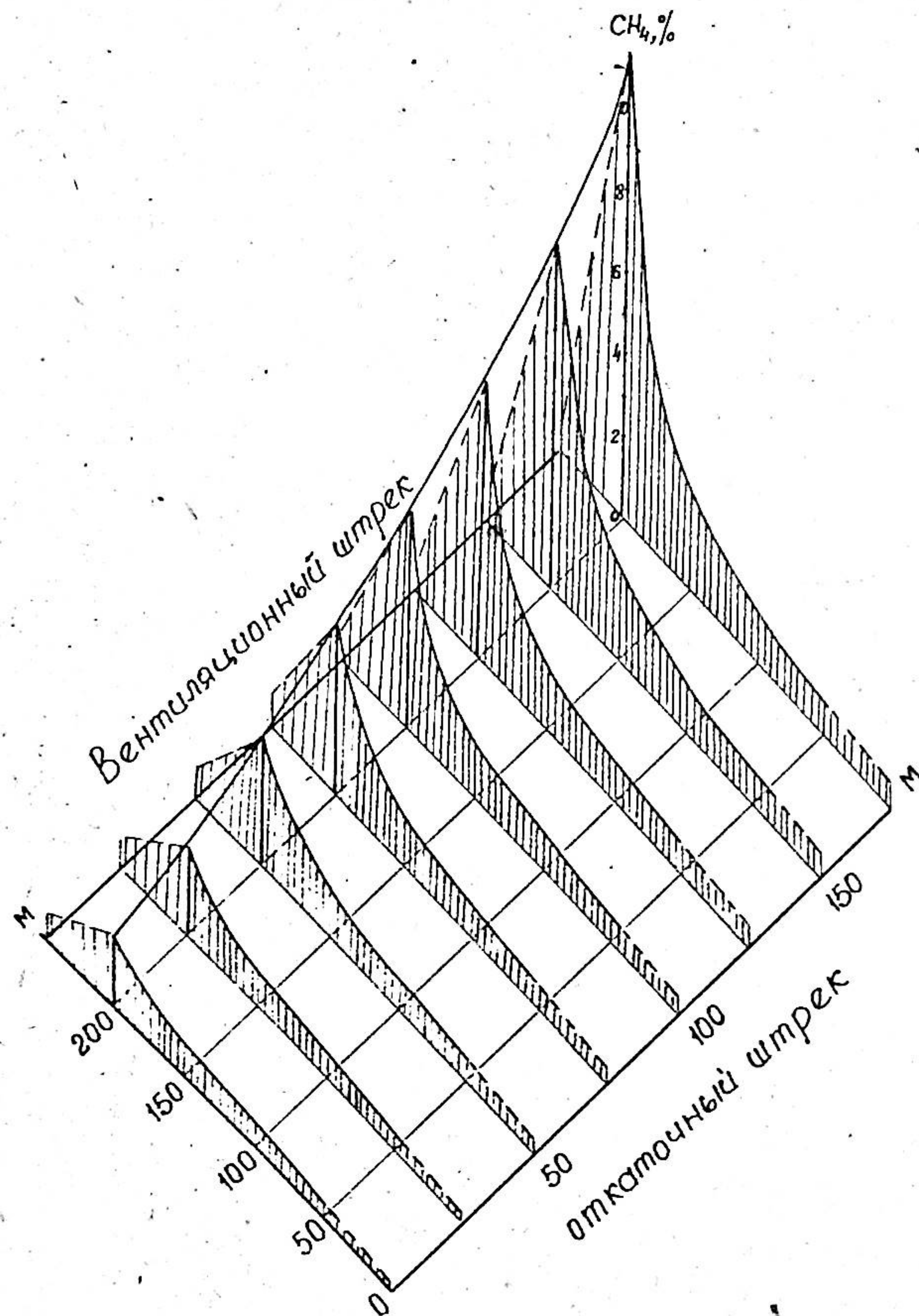


Рис.2. Пространственное распределение концентрации метана в объеме выработанного пространства.

вигания лавы были произведены измерения концентраций метана с помощью метанометров МУВ-1 и самопишущих приборов типа Н-372.

На основе обработки результатов этих измерений получена картина пространственного распределения концентраций метана во всем объеме выработанного пространства (рис.2).

Как видно из рисунка, нарастание концентрации метана происходило по мере удаления очистного забоя от места закладки труп. Максимальное нарастание концентрации метана наблюдалось в верхней части выработанного пространства около боковой полосы на расстоянии около 150 м от лавы. В отдельных случаях максимальная концентрация метана достигала 11,4 %, что свидетельствует о наличии опасных концентрации его в верхней части выработанного пространства.

На базе этих экспериментов установлен характер распределения и изменения давления, а также расхода газовой смеси во времени и пространстве. Давление в выработанном пространстве с удалением от лавы достигает максимума на расстоянии 150 м от нее. Характер изменения расхода газовой смеси по длине выработанного пространства представлен на рис.3, из которого видно, что в объеме выработанного пространства имеет место неравномерное движение воздуха.

Это указывает на неравномерность скорости движения и расходов метано-воздушной смеси в средней части выработанного пространства. На основе результатов исследований предложен способ подсыхания исходящей струи выемочного участка посредством закладки труб большого диаметра или оставления выработок в выработанном пространстве, а также отсасывания газо-воздушной смеси из зон опасных скоплений метана.

На базе наших исследований решен вопрос дегазации спутников разрабатываемого пласта 13 шахты Садово-Хрустальская, как эффек-

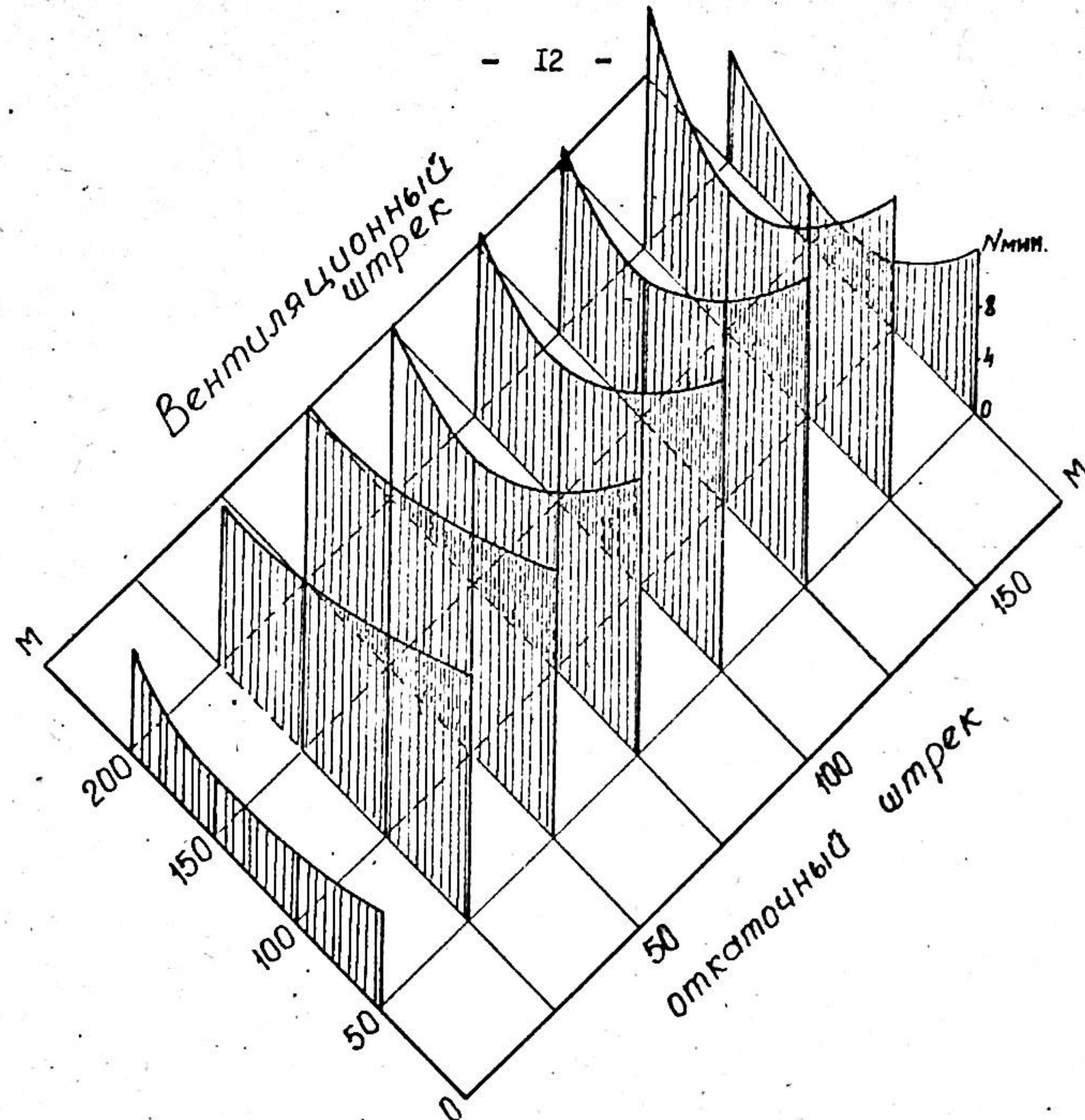


Рис.3. Расход газовой смеси из труб, заложенных в выработанное пространство.
тивного средства борьбы с газом с целью увеличения нагрузки на забой.

Глава III. ИССЛЕДОВАНИЕ АЭРОГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ВЫЕМОЧНЫХ УЧАСТКАХ МЕТОДОМ ФИЗИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

В главе изложены результаты исследований аэрогазодинамических процессов на моделях и проверки их в шахтных условиях. При исследованиях на моделях должны быть выдержаны критерии подобия и условия однозначности. Для этих целей проанализированы геометрическое подобие, критерии Рейнольдса, Архимеда, Эйлера, Струхала, Скочкиского и установлены индикаторы подобия, связывающие между собой масштабы моделирования:

$$\frac{m_{q_6}}{m_p} = 1; \quad \frac{m_{q_{сн}}}{m_{t_2}} = 1; \quad \frac{m_v \cdot m_t}{m_p} = 1;$$

Модель для исследования газодинамических процессов, представляющая собой аналог выемочного участка, содержит вентилятор ВЦО-0,6 с приводом постоянного тока, воздухопроводы, подводящие и отводящие воздух к модели, поворотную платформу с изменяющимся от 0 до 50° углом наклона размером 6 x 6 м, поднимаемую лебедкой. Равномерное поступление метана обеспечивается питающими камерами, в которых уложены трубопроводы с многочисленными ответвлениями; полость камер заложена минеральной ватой.

Измерение концентрации метана производилось приборами ЛИ-4 и МУВ-1, скорость воздушного потока измерялась анемометром АИ-1, а для учета количества поступающего в модель метана применялись газовые счетчики.

На данной модели исследовались слоевые скопления метана в горных выработках при различных скоростях воздушного потока (0,124, 0,39, 0,59 и 1,22 м/сек), при различной интенсивности удельного газовыделения с 1 м² обнаженной поверхности и разных углах наклона горных выработок (в пределах от нуля до 50°). Указанные факторы оказывают главное влияние на образование слоевых скоплений метана в горных выработках. Для оценки возможных слоевых скоплений проанализированы различные безразмерные коэффициенты (число Ричардсона Ri , число слоеобразования L , показатель расслоения S).

Для условий эксперимента определены значения чисел Ричардсона в зависимости от угла наклона и скорости воздушного потока, приведенные на графиках рис.4.

Полученные зависимости свидетельствуют о преобладании с ростом угла наклона и скорости воздушного потока сил перемешивания над силами гравитации.

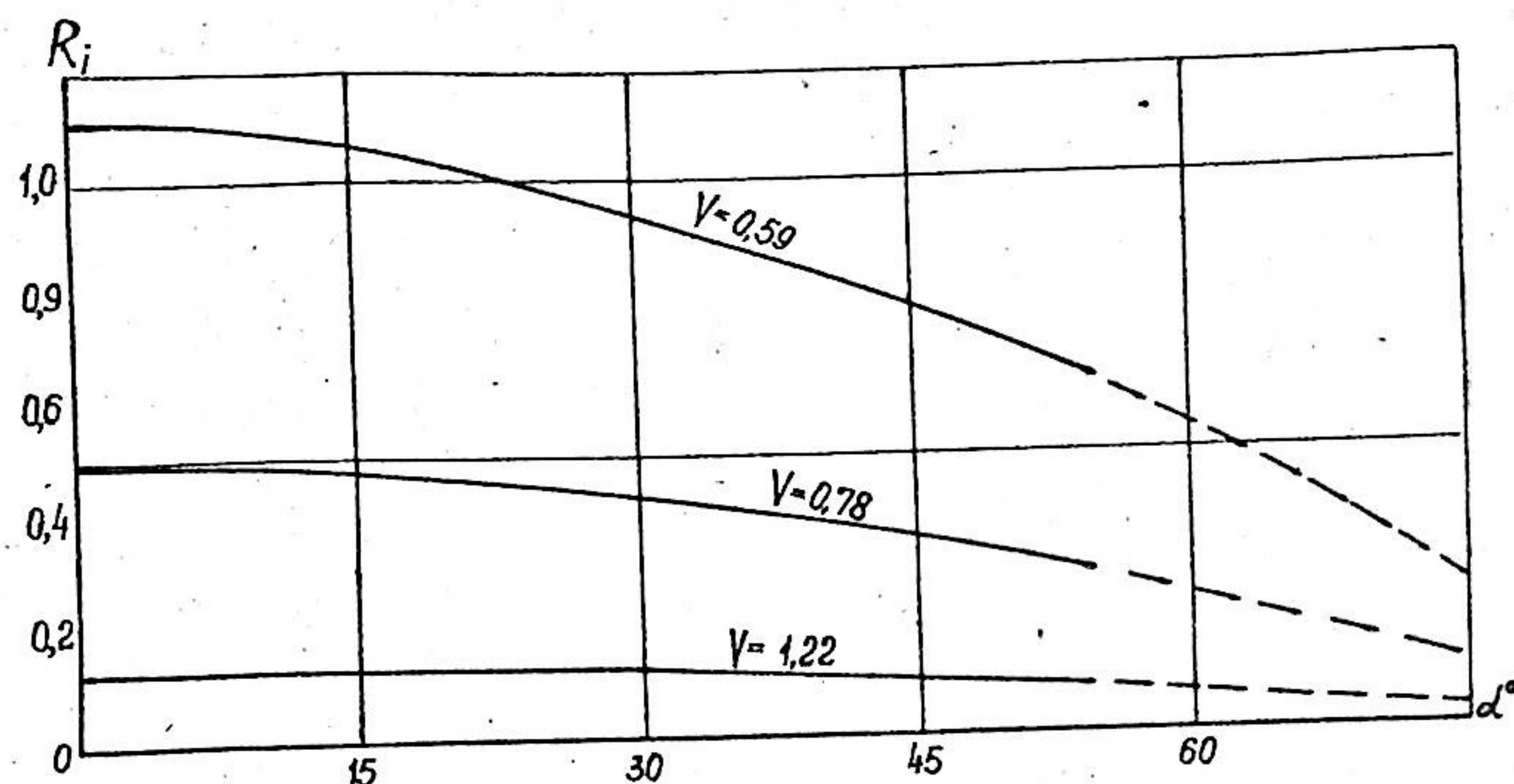


Рис.4. Значение числа R_i от угла наклона выработки и скорости воздушного потока.

Определены также значения чисел расслоения L в зависимости от скорости воздушного потока, представленные в табл.2.

таблица 2

Скорость воздуха, м/сек	Q , м ³ /мин	Дебит метана, м ³ /мин	Ширина слоя, В, м	Число Ричардсона	Число слоеобразования	Коэффициент перемешивания К
0,23	6,76	0,064	0,7	2,1	2,01	9,18
0,39	11,47	"	"	4,11	3,41	3,19
0,59	17,35	"	"	1,11	5,15	1,4
0,78	22,93	"	"	0,5	6,81	0,8
1,22	35,67	"	"	0,13	10,6	0,33

Как следует из этих данных, расслоение метана наблюдается и при числах $L \geq 6$, хотя ранее считалось (Бакке, Лич), что слоевые скопления не образуются при $L=5$.

Поэтому число расслоения не является абсолютным критерием, характеризующим расслоение метана. В качестве такого критерия нами предлагается коэффициент перемешивания

$$K = 12,3 \cdot 10^3 \left(\frac{q_{\text{CH}_4}}{Q} \right)^2 \sqrt{l},$$

где q_{CH_4} - дебит источника газовыделения, м³/мин;
 Q - дебит воздуха, м³/мин;
 l - характерный размер, сечения потока (средний гидравлический диаметр выработки, м).

В выражение этого коэффициента входят основные величины, характеризующие слоевые скопления метана в горных выработках. Изменение этих величин может оказывать существенное влияние на значение данного коэффициента. При величинах его $\leq 0,3$ слоевых скоплений метана не наблюдается.

Для ликвидации слоевых скоплений метана предложено использовать вентиляционные металлические трубы с отводами у кровли выработки, эжекторы, работающие на сжатом воздухе (трубки Вентури), направляющие лопасти и спрямляющие поворотные решетки с размером ячеек 20x20x70 мм и углом образующих этих ячеек 23-25°, изготовленные из металла или пластмасс.

Для исследования местных скоплений метана на сопряжениях выработок откаточный штрек - "лава" - вентиляционный штрек - "лава" проведены лабораторные (на гидродатке) и шахтные эксперименты которые показали, что причиной появления их является отсутствие движения воздуха или малая его скорость. Для увеличения скорости в этой зоне использовались спрямляющие решетки. Указанные решетки, как средство борьбы со слоевыми и местными скоплениями метана эффективно применялись на шахтах "Садово-Хрустальская" и шахты № 7/8 комбината Донбассантрацит, а также на шахте имени Ильича комбината Кадиевуголь.

Глава IV. РАЗРАБОТКА СРЕДСТВ РЕГУЛИРОВАНИЯ ДЕБИТА ВОЗДУХА НА ВЫЕМОЧНОМ УЧАСТКЕ

В главе приводятся результаты исследования регулирующего органа - "водяная завеса". Исследования проводились в лабораторных условиях и на шахте.

Лабораторный образец регулирующего органа "водяная завеса" устроен следующим образом: в металлической трубе квадратного сечения 250x250 мм длиной 680 мм по периметру смонтированы три трубы с внутренним диаметром 14 мм, имеющие по 20 форсунок диаметром 0,8 мм в каждой. Трубы могут поворачиваться на угол $\pm 45^\circ$ от нормали. Давление воды в трубопроводе обеспечивалось насосами ОН-2 и достигало 10 атм.

Модель регулятора "водяная завеса" помещалась в аэродинамическую трубу ДГИ. Исследование параметров проводилось при различных режимах вентилятора и расходах воды. По результатам исследований построены графики зависимости сопротивления регулирующего органа "водяная завеса" от угла встречи воздушного и водяного потоков и расхода воды. По данным лабораторных исследований изготовлен регулятор "водяная завеса" шахтного образца, который испытан на вентиляционном штреке 4-й западной лавы пласта I₃ шахты "Садово-Хрустальская" комбината Донбассантрацит и на 21-м бортовом ходе шахты "Коммунист-Новая". Конструктивно этот образец соответствует лабораторному. Поворот всех труб регулятора осуществлялся синхронно от общего привода через коническую передачу.

Проведенные шахтные исследования позволили выявить, что кроме основного назначения регулятора "водяная завеса", как регулирующего органа, он может успешно применяться как средство борьбы с пылью в запыленных выработках при малых скоростях воздуха. Исследования регулятора как средства подавления пы-

ли проводились при работе комбайна и в период его остановки.

На базе корреляционного метода анализе результатов эксперимента определены величины удельной эффективности пылеподавления $\Delta \delta$ в зависимости от давления и угла встречи водяного и воздушного потоков

$$\Delta \delta = 0,4 - \frac{p_{qp}}{0,593P^3 + 6,15P^2 + 18,42P - 9,30};$$

$$\Delta \delta = 0,4 - \ln \sqrt{\frac{\theta}{14,5}};$$

Здесь P - расходное давление, атм;

θ - угол встречи водяного и воздушного потоков, град.

Экспериментально определен оптимальный по аэродинамическим параметрам и пылеподавлению угол встречи водяного и воздушного потоков, который при давлении воды 4-5 атм оказался равным 35° .

Глава V. ИССЛЕДОВАНИЕ НЕУСТАНОВИВШИХСЯ АЭРОГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ВЫЕМОЧНОМ УЧАСТКЕ

В главе отражены результаты исследований переходных аэрогазодинамических процессов на физической и электрической моделях, а также на добычных участках в шахте и дано их математическое описание. Шахтные исследования неуставившихся газодинамических процессов проводились, как при изменении дебита воздуха в горных выработках и в объеме выработанного пространства на выемочном участке, так и при включении и выключении дегазации. Изучалось также влияние изменения дебита воздуха на слоевые скопления метана.

Данные исследования показали, что на появление "всплеска" концентрации метана оказывает влияние главным образом "активная часть" выработанного пространства, т.е. та часть, где наблюдаются интенсивные утечки воздуха через выработанное пространство.

Резкое изменение дебита воздуха на выемочном участке может привести к изменению концентрации в слоевом скоплении метана

и к изменению длины самого слоя.

При плавном и ступенчатом регулировании дебита воздуха, поступающего на выемочный участок, явления "всплесков" концентрации метана не наблюдалось. При выключении дегазационной установки на шахте № 7/8 имело место постепенное возрастание концентрации метана.

Для более детального изучения описанных выше явлений были созданы крупномасштабная физическая и электрическая модели. На крупномасштабной физической модели проведены эксперименты по исследованию переходного газодинамического процесса при резком, плавном и ступенчатым регулированием дебита воздуха. При исследовании на модели, как и при шахтных экспериментах "всплесков" концентрации метана при плавном и ступенчатом регулировании дебита воздуха не наблюдалось. Дебит воздуха и концентрация метана автоматически регистрировались специальными приборами. При электрическом моделировании учтены инерционные и упругие свойства воздуха.

С учетом упругих и инерционных свойств воздушного потока получена система уравнений для нахождения изменения во времени и по длине выработки величины расхода воздуха и перепада давления, а также произведено моделирование неустановившихся аэродинамических процессов при скачкообразном изменении в широких пределах дебита вентилятора.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

Основные результаты исследований аэрогазодинамики выемочных участков газовых шахт Донбасса в натуральных условиях и методам и физического и электрического моделирования сводятся к следующему:

I. Для шахт Боково-Хрустальского района получены аналитические зависимости утечек воздуха через выработанное пространство и установлены их параметры для определения утечек воздуха в зави-

симости от длины лавы и количества подаваемого на выемочный участок воздуха.

2. Предложен и использован для проведения исследования способ закладки труб в выработанное пространство, с применением которого установлен характер движения воздуха и закономерности распределения концентраций метана и давления газовой смеси в объеме выработанного пространства.

3. Предложен способ проветривания выемочных участков с высокой газоносностью пластов, обеспечивающий снижение содержания метана на вентиляционном штреке до безопасных величин.

4. Установлена зона скопления метана в объеме выработанного пространства и предложен метод удаления метана из этих зон.

5. Впервые проведены исследования вопросов расслоения метана в горных выработках на крупномасштабной модели, позволяющие выявить ряд факторов, влияющих на их образование и разработать способы их ликвидации.

6. Получены функциональные зависимости числа Ричардсона от угла наклона горных выработок и определены значения коэффициентов перемешивания для различных скоростей движения воздушного потока в горных выработках.

7. В натуральных условиях и на гидромодели исследованы местные скопления метана, имеющие место в сопряжениях выемочных участков шахт, что позволило разработать средства борьбы с этими явлениями.

Предложен ряд приспособлений, позволяющих ликвидировать местные скопления метана на сопряжениях горных выработок: лава - вентиляционный штрек, штрек - людской ходок, а также слоевые скопления метана в выработках.

8. В лабораторных и шахтных условиях исследованы регулирующий орган "водяная завеса". Определен диапазон изменения аэродинамического сопротивления регулирующего органа и установлена принципиальная возможность использования его в качестве регулятора линейного изменения расхода воздуха, оценена эффективность применения его в качестве средства борьбы с запыленностью воздуха.

9. На базе инструментальных наблюдений в шахтных условиях оценена степень влияния работы дегазационной системы шахты на газовую ситуацию выемочных участков.

10. Экспериментально доказана принципиальная возможность предотвращения "всплесков" концентрации метана при регулировании дебита воздуха на выемочном участке, путем плавного или ступенчатого его изменения, осуществлено электрическое и физическое моделирование этих явлений и сопоставление их результатов с данными натурных наблюдений.

На базе выполненных исследований разработаны методы и средства повышения эффективности проветривания и борьбы с газом на выемочных участках шахт с высокой газообильностью, позволившие увеличить нагрузку на очистной забой в 3-4 раза и довести добычу из лавы до 1000 тонн.

Диссертационная работа и отдельные ее разделы докладывались автором на Всесоюзной межвузовской научно-технической конференции по вентиляции и вентиляторостроению (г.Днепропетровск, 1968г.), на научно-технической конференции (г.Днепропетровск, 1968г.), на конференции молодых ученых (г.Днепропетровск, 1969г.), на кафедре рудничной вентиляции и охраны труда ДГИ.

Основные положения диссертации опубликованы в работах:

1. К вопросу расслоения метана в горных выработках. ЦНИИУголь. Информационная карта, № 234, серия 14, 1967.

2. Исследование аэродинамических параметров регулирующего органа "водяная завеса". тр. Днепропетровского филиала института механики АН УССР. Вып. I, 1967. (Соавтор Белянин И.Е.).

3. Причины перераспределения воздуха и действие его на газодинамику выемочного участка. "Тр.Днепропетровского филиала института механики АН УССР". Вып. I, 1967. (Соавторы Грецингер Б.Е., Шевелев Г.А., Трофимов В.П., Назаренко Н.П.).

4. Влияние остановки главного вентилятора на газодинамические процессы в пределах выемочного участка. Тр. Днепропетровского филиала института механики АН УССР. Вып. I, 1967. (Соавторы Шевелев Г.А., Волков В.И., Стреиманн В.Э., Соболевский В.В., Боровский Г.А.).

5. Исследование динамических свойств выработанного пространства выемочного участка шахт. Техника безопасности, охрана труда и горноспасательное дело. № 6, 1968. (Соавторы Абрамов Ф.А., Бойко В.А., Лысенко В.Н.).

6. Вторая Всесоюзная межвузовская научно-техническая конференция по вентиляции и вентиляторостроению. Сборник безопасности труда в промышленности. № 6, 1968. (Соавторы Абрамов Ф.А., Фролов Н.А.).

7. Влияние скорости подвигания очистного забоя на деформацию угольного пласта и газовыделение. "Разработка месторождений полезных ископаемых". № 14, 1968. (Соавторы Грецингер Б.Е., Соболевский В.В., Белянин И.Е., Боровский А.В., Волков В.И.).

8. Исследование газодинамических процессов выемочных участков на шахтах треста "Краснолучуголь". Технический прогресс - основа повышения эффективности производства (тезисы докладов конференции г.Днепропетровск, 1969).

9. К вопросу создания научных основ регулирования проветривания угольных шахт по газовому фактору. Разработка месторождений

полезных ископаемых. Сборник № 18, 1969. (Соавтор Бойко В.А.).

Ю. Исследование эффективности установки "водяная завеса" как средства борьбы с запыленностью воздуха в шахтах. Безопасность труда в промышленности. № 7, 1970. (Соавторы Бойко В.А., Мирошниченко В.Х., Дехмистер П.С., Васильчук М.П.).

II. Разжижение метана в местах сопряжения лавы с вентиляционным штреком и штрека с ходком. "Реферативная информация о законченных научно-исследовательских работах в вузах УССР. Угольная и горно-рудная промышленность". Вып. № 4, 1970.

БТ 22227. Подписано к печати 9.IV.71 г. Заказ № 175
Тираж 150 экз.

Множительная лаборатория ДГИ, г.Днепропетровск,
пр.К.Маркса, 19
Ответственный за выпуск Клочков В.Г.