

**Министерство образования и науки Украины
Донецкий Национальный Технический Университет**

Методические указания

**к исследованию проветривания угольных шахт
при выполнении НИРС и дипломных работ
студентами горных специальностей**

Утверждены
на заседании кафедры «Охраны труда и аэрология»
Протокол № 2 от 20.09 2002 г.

Утверждены
на заседании учебно-издательского Совета
ДонНТУ
Протокол № 5 от 21.10 2002 г.

Донецк, ДонНТУ, 2002

**Министерство образования и науки Украины
Донецкий Национальный Технический Университет**

Методические указания
к исследованию проветривания угольных шахт
при выполнении НИРС и дипломных работ
студентами горных специальностей

Донецк - 2002

УДК 622.4 (07)

Методические указания к исследованию проветривания угольных шахт при выполнении НИРС и дипломных работ студентами горных специальностей / Сост.: В.А. Стукало, О.В. Барановская – Донецк: ДонНТУ, 2002. - 37 С.

Разработаны методические указания по исследованию состояния и оценке эффективности проветривания действующих угольных шахт, составлению математической модели шахтной вентиляционной сети, выбору и обеспечению мероприятий по повышению эффективности проветривания и совершенствованию шахтной вентиляционной сети на текущий период работы и с учетом доработки запасов шахты. Приведен список использованных источников.

Составители:

проф. В.А. Стукало
О.В. Барановская

Рецензенты

проф. И.Ф. Ярембаш
С.А. Селивра

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

1. Предварительная теоретическая подготовка.....	6
2. Ознакомление с основными проектными решениями, горно-геологическими условиями, горными работами и проветриванием шахты.....	6
3. Расчет расход воздуха для проветривания шахты	8
4. Характеристика состояния горных выработок и вентиляционных сооружений.....	9
5. Исследование тепловых условий в шахте и расчет депрессии естественной тяги	10
6. Распределение воздуха по шахте.....	12
7. Исследование содержания метана и диоксида углерода в основных горных выработках	13
8. Исследование параметров работы вентиляционных установок.....	14
9. Анализ работы вентиляторов на вентиляционную сеть.....	20
10. Разработка математической модели вентиляционной сети	21
11. Оценка состояния и трудности проветривания шахты.....	24
11.1 Обеспеченность свежим воздухом объектов проветривания шахты.....	24
11.2 Анализ распределения депрессии по основным маршрутам	27
11.3 Определение трудности проветривания шахты.....	28
12. Разработка мероприятий по совершенствованию проветривания шахты.....	28
12.1 Первоочередные мероприятия по совершенствованию проветривания шахты.....	28
12.2 Мероприятия по совершенствованию проветривания шахты на перспективный период	29
12.3 Определение устойчивости проветривания выемочных участков.....	31
13. ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ	32
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	32
Список использованных источников	33

ВВЕДЕНИЕ

По мере развития горных работ изменяются параметры и конструкция вентиляционной сети шахты, газообильность и потребный расход воздуха для проветривания шахты, необходимая подача воздуха вентилятором (ми) главного проветривания, аэродинамическое сопротивление шахтной вентиляционной сети, возникают трудности в обеспечении объектов проветривания шахты достаточным расходом воздуха.

Разработка мероприятий по повышению эффективности проветривания шахты в текущем периоде и обеспечение расчетного расхода воздуха на объектах проветривания при доработке запасов возможны только после детального исследования состояния проветривания шахты и параметров вентилятора (ров) главного проветривания и вентиляционной сети шахты.

Настоящие методические указания определяют программу и содержание исследований состояния проветривания шахты, ее вентиляционной сети и параметров вентиляторов главного проветривания при выполнении студентами горных специальностей НИРС и дипломных работ, посвященных этой проблеме угольных шахт. В методических указаниях даются рекомендации по решению вопросов повышения эффективности проветривания шахты и совершенствованию вентиляционных сетей шахт с учетом доработки запасов.

1 ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА

Учитывая, что индивидуальная работа со студентами по НИРСу начинается в 7-м семестре, а дисциплина аерология горных предприятий (бакалаврский курс) – на 8 семестре, то в 7-м семестре, после определения по согласованию с администрацией шахты темы НИРСа и будущей дипломной работы студент под руководством преподавателя изучает литературу и составляет реферат по теме исследований. Список литературы приведен в конце методических указаний.

2 ОЗНАКОМЛЕНИЕ С ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИМИ УСЛОВИЯМИ, ОСНОВНЫМИ ПРОЕКТНЫМИ РЕШЕНИЯМИ И ПРОВЕТРИВАНИЕМ.

В 8-м семестре на исследуемой шахте необходимо ознакомиться и получить на участке ВТБ, в геологическом, маркшейдерском и техническом (проектном) отделах материалы по следующим вопросам:

- географическое расположение шахты, ее административное подчинение;
- характеристика геологического района, угольных пластов шахты (мощность, угол падения, строение, марка угля, газоносность), опасность по взрывам угольной пыли, внезапным выбросам метана и угля, самовозгоранию) и вмещающих пород (таблица 1.1)

Таблица 1.1 - Данные о разрабатываемых пластах

Символ пласта	Марка угля	Газоносность, м ³ /т	Мощность пласта м	Угол падения градус	Боковые породы		Опасность		Склонность к самовозгоранию угля
					кровля	почва	по пыли	по внезапным выбросам	
1. 1	2.	3.	4.	5.	6.		7.		8.

- размеры и границы шахтного поля;
- количество и символы разрабатываемых угольных пластов;
- протяженность горных выработок и способы их проведения (БВР, комбайн и т.д.);
- плановая и фактическая мощность шахты;
- схема вскрытия шахтного поля;
- характеристика основных вскрывающих выработок (наименование, сечение или диаметр, протяженность или глубина, тип крепи, назначение

армировка, наличие механических подъемов, лестничных отделений) приводятся в таблице 1.2

Таблица 1.2 - Характеристика вскрывающих выработок

Наименование выработок	Форма сечения	Площадь сечения, м ²	Глубина (длина), м	Материал крепи	Армировка	Наличие лестничного отделения	Тип подьема	Назначение
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.

- схема подготовки шахтного поля (или его крыльев, блоков), дается краткое описание;
- порядок отработки угольных пластов;
- система разработки на каждом угольном пласте;
- способ транспортировки полезного ископаемого по выработкам;
- механизация ведения очистных и подготовительных работ, тип крепи в лавах и подготовительных выработках;
- способ управления кровлей на выемочных участках;
- способ проветривания шахты, указывается тип и место размещения вентилятора (ов);
- схема вентиляции шахты (тип схемы, ее характеристика и описание), ее изображение с информацией в соответствии с требованиями Правил безопасности,
- количество воздуха, поступающего в шахту, на выемочные участки (по каждому участку), на каждую обособленно проветриваемую проходимую тупиковую выработку, в каждую вспомогательно поддерживаемую выработку и камеру на замерных станциях (по вентиляционному журналу на участке ВТБ); фактические утечки воздуха через каждое подземное вентиляционное сооружение и подсосы (внешние утечки воздуха) через надшахтное (ные) здание (я) вентиляционного ствола (ов) и канал (лы) вентилятора (ов) на основе записей в «Вентиляционном журнале» участка ВТБ за месяц (июль, август) при выборке данных замеров из «Вентиляционного журнала»;
- результаты расчета расхода воздуха для проветривания шахты на 2-ю половину года по данным участка ВТБ шахты.

Более точные данные о фактическом воздухораспределении можно получить из отчета по депрессионной съемке, если она производилась в 8-м семестре (или во время производственной практики после 8-го семестра). Если депрессионная съемка , которая в соответствии с требованиями «Правил безопасности» производится на каждой шахте через 3 года, производится во время производственной практики после 8-го семестра, то обязательно участие студента (во время производственной практики или в свободные дни) в ее проведении, обработке результатов измерений и выработке решений по улучшению проветривания шахты,

совершенствованию вентиляционной сети шахты с учетом доработки запасов.

Участие студента в проведении депрессионной съемки, если она выполняется в период производственной практики, обязательно и оно оформляется приказом по шахте, согласованным с руководством военизированного горноспасательного отряда и депрессионной службы отряда горноспасателей.

3 РАСЧЕТ РАСХОДА ВОЗДУХА ДЛЯ ПРОВЕТРИВАНИЯ ШАХТЫ

Расход воздуха для проветривания шахты производится перед началом депрессионной съемки службой участка ВТБ по формуле [3.1].

$$Q_{\text{ш}} = 1,1 (\sum Q_{\text{уч}} + \sum Q_{\text{п.в}} + \sum Q_{\text{пог.в.}} + \sum Q_{\text{под.в}} + \sum Q_{\text{к.}} + \sum Q_{\text{ут.ш.}}), \quad 3.1$$

где 1,1 – коэффициент запаса воздуха;

$\sum Q_{\text{уч}}$, $\sum Q_{\text{п.в}}$, $\sum Q_{\text{пог.в.}}$, $\sum Q_{\text{под.в}}$, $\sum Q_{\text{к.}}$ - суммарный расход воздуха для проветривания соответственно действующих выемочных участков, обособленно проветриваемых проходимых подготовительных выработок, погашаемых участков и выработок и камер, м³/с ;

$Q_{\text{ут.ш.}}$ - суммарные утечки воздуха через подземные вентиляционные сооружения и устройства (глухие перемычки, шлюзы, кроссинги, загрузочные устройства, м³/с).

Аналогично определяется расход воздуха для проветривания объектов (выемочных участков и выработок, поддерживаемых вспомогательных выработок и камер), находящихся в вентиляционной сети каждого вентилятора главного проветривания.

$$Q_{\text{р.в.с.}} = 1,1 (\sum Q_{\text{уч.в.с.}} + \sum Q_{\text{пв.в.с.}} + \sum Q_{\text{пог.в.в.с.}} + \sum Q_{\text{под.в.в.с.}} + \sum Q_{\text{к.в.с.}} + \sum Q_{\text{ут.в.с.}}),$$

где $\sum Q_{\text{уч.в.с.}}$, $\sum Q_{\text{пв.в.с.}}$, $\sum Q_{\text{пог.в.в.с.}}$, $\sum Q_{\text{под.в.в.с.}}$, $\sum Q_{\text{к.в.с.}}$ - суммарный расход воздуха для проветривания находящихся в вентиляционной сети данного вентилятора соответственно выемочных участков, проходимых подготовительных выработок, погашаемых участков и выработок, поддерживаемых вспомогательных выработок и камер, м³/с;

$\sum Q_{\text{ут.в.с}}$ – суммарные утечки воздуха через подземные вентиляционные сооружения, находящиеся в сети данного вентилятора, м³/с.

Результаты расчётов передаются шахтной депрессионной службе горноспасателей в качестве исходных данных.

Рассчитанный расход воздуха наносится на схему вентиляции на замерных станциях и пунктах замера на всех обособленно проветриваемых объектах и путях утечек воздуха $Q_p = \dots$ м³/с.

4 ХАРАКТЕРИСТИКА СОСТОЯНИЯ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК И ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ СООРУЖЕНИЙ

Во время производства депрессионной съёмки или посещения шахты во время производственной практики основное внимание следует обращать на состояние горных выработок, которые оказывают значительное влияние на их аэродинамическое сопротивление.

Обращается внимание на состояние крепи, величину площадей поперечного сечения выработок и их соответствие проектным значениям и требованиям Правил безопасности относительно соблюдения зазоров для прохода людей и обслуживания установок и т.п. Отмечаются выработки, в которых сечение загромождено неиспользуемым оборудованием, обрушившейся породой, материалами.

Состояние выработок основных маршрутов приводится в таблице 4.1

Таблица 4.1-Данные о состоянии выработок по основным маршрутам

Наименование выработок	Вид транспорта	Состояние выработки	Площадь поперечного сечения, м ²	Тип крепи и материал затяжки	Примечание (длина участка выработки)
1.	2.	3.	4.	5.	6.

В отдельной таблице 4.2. указываются выработки или участки выработок со скоростью воздуха, превышающей допустимую Правилами безопасности.

Таблица 4.2 – Выработки с превышением допустимой Правилами безопасности скорости движения воздуха

Наименование выработки	Участок по схеме вентиляции	Площадь сечения выработки, м ²	Расход воздуха, м ³ /с	Скорость движения воздуха, м/с
1	2	3	4	5

Обследуется состояние вентиляционных сооружений и устройств в подземных выработках шахты. Обращается внимание на целостность перемычек, вентиляционных дверей, плотность их прикрытия, исправность блокирующих устройств, тщательность герметизации поверхности перемычек, их примыкания к боковым породам, поверхности вентиляционных дверей. В таблице 4.3. дается перечень вентиляционных сооружений и устройств несоответствующих ПБ.

Таблица 4.3 – Вентиляционные сооружения и устройства не соответствующие требованиям Правил безопасности

Наименование выработки	Наименование вентиляционного сооружения	Состояние вентиляционного сооружения
1	2	3

5 ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ УСЛОВИЙ В ШАХТЕ И РАСЧЕТ ДЕПРЕССИИ ЕСТЕСТВЕННОЙ ТЯГИ

Во время проведения депрессионной съемки осуществляется также температурная съемка. Замеряются с помощью психрометра значения температуры и относительной влажности воздуха в каждом очистном забое (начале и конце выработки), в основных рабочих местах действующих горизонтов, а также в начале и конце выработок, входящих в основные маршруты депрессионной съемки. Для вентиляционной сети каждого вентилятора главного проветривания основным маршрутом депрессионной съемки является маршрут от устья воздухоподающего ствола до вентилятора главного проветривания через наиболее удаленный выемочный участок, не имеющий регулятора расхода воздуха. Если во время исследования депрессионная съемка не проводится, значения температуры и относительной влажности воздуха принимаются по “Вентиляционному журналу” на участке ВТБ за июль или август месяцы – наиболее трудный для проветривания шахты период года.

Сведения о температуре и относительной влажности воздуха заносятся в таблицу 3.4.

Таблица 3.4 - Данные о температуре, влажности и скорости движения воздуха

Наименование выработки	Участок на схеме вентиляции (начальный и конечный узлы)	Абсолютная отметка выработки, м		Температура воздуха в выработке, °С		Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
		начала	конца	В начале	В конце		
1	2	3	4	5	6	7	8

Расчет депрессии естественной тяги выполняют, используя термодинамический метод. Сущность этого метода заключается в следующем. Выбирают маршрут, совпадающий с направлением движения воздуха и включающий наиболее удаленный очистной забой. По этому маршруту намечают ряд характерных пунктов, совпадающих с началами и концами выработок. Если разность высотных отметок между началом и концом какой-либо выработки более 100 м, то намечаются промежуточные пункты, отстоящие друг от друга примерно на 60 м. В каждом пункте маршрута измеряют температуру воздуха. Затем вычисляют, пользуясь маркшейдерскими данными, расстояние от горизонтальной плоскости, проходящей через устье ствола, до каждого пункта. Пример расположения замерных пунктов показан на рис.5.1а. По полученным данным строится диаграмма изменения температуры воздуха по выбранному маршруту (рис.5.1.б)

Рис. 5. Пример определения величины депрессии естественной тяги
а-расположение замерных пунктов; б- диаграмма изменения температуры
воздуха по маршруту

Величина депрессии естественной тяги h_e (да Па) пропорциональна площади диаграмм и определяется по формуле

$$h_e = 1,223 \frac{\sum S}{273 + t_y}, \quad (5.1)$$

где $\sum S$ - алгебраическая сумма площадей, образованных диаграммой, м градус;

t_y - температура центра тяжести площади диаграммы, град

Знак депрессии естественной тяги определяется знаком параметра $\sum S$. При этом площадь фигуры, образованной линиями с направлением движения воздуха против часовой стрелки принимается положительной (знак “плюс”), а площадь фигуры, образованной линиями с направлением движения воздуха по часовой стрелке – отрицательной (знак “минус”). Температура центра тяжести фигуры определяется по выражению

$$t_y = 0,5(t_{\min} + t_{\max}) \quad (5.2)$$

где t_{\min}, t_{\max} - соответственно минимальная и максимальная температура воздуха по маршруту, °С

6 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЗДУХА ПО ШАХТЕ

По данным замеров во время депрессионной съемки или взятых из “Вентиляционного журнала” на участке ВТБ за июль (август месяц) составляется баланс расхода воздуха по вентиляционной сети, отдельным объектам проветривания и утечек воздуха через вентиляционные устройства.

Результаты измерений объемных расходов воздуха должны быть приведены к нормальным условиям.

Результаты баланса расхода воздуха по шахте заносятся в таблицу 6.1

Таблица 6.1 - Данные о балансе расхода воздуха по шахте

Показатели	Расход воздуха, м ³ /с	В % к расходу воздуха по шахте	В % к подаче вентилятора
1	2	3	4
Подача вентиляторов, всего: в том числе: на стволе			

Поступает воздуха в шахту, всего: в том числе: по стволу Выходит воздуха из шахты, всего: в том числе: по стволу Поступает воздуха на объекты проветривания, всего: в том числе: выемочные участки			
подготовительные выработки поддерживаемые выработки погашаемые участки , выработки камеры..... Внутренние утечки воздуха Внешние подсосы воздуха на вентиляторных установках, всего: в том числе : настволе Полезно используемый воздух			

7 ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ МЕТАНА И ДИОКСИДА УГЛЕРОДА В ОСНОВНЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТКАХ

В этом разделе приводится краткое описание результатов контроля содержания метана и расхода воздуха на свежих и исходящих струях очистных и подготовительных выработок, групповых вентиляционных выработок. Замеры выполняются шахтными интерферометрами во время проведения депрессионной съемки. При отсутствии депрессионной съемки во время проведения исследований результаты замеров метана и расходов воздуха для анализа принимаются из “Вентиляционного журнала” на участке ВТБ или по результатам собственных замеров во время работы горным мастером на участке ВТБ.

В результаты замеров метана шахтными интерферометрами вносятся поправки на давление и температуру воздуха. Производится контрольный отбор проб в резиновые сосуды с последующим анализом в газоаналитической лаборатории ГВГСС.

Результаты замеров приводятся в таблице 7.1

Таблица 7.1 - Данные о концентрациях метана и расхода воздуха в основных выработках шахты

Наименование выработок	Участок по схеме вентиляции	Дата замера	Расход воздуха, м ³ /с		Концентрация метана, %
			фактический	По расчёту	
1	2	3	4	5	6

Если в выработке установлен датчик автоматического контроля метана, то в таблице 7.1. указывается результат измерения концентрации метана шахтным интерферометром, а в скобках указывается концентрация метана по показанию датчика метана.

В тех случаях когда шахта не газовая, но опасная по выделению диоксида углерода, вместо концентрации метана записывается в таблицу 7.1. содержание диоксида углерода.

Исходя из данных таблицы 7.1, необходимо дать анализ газовой обстановки в горных выработках шахты, указать выработки и объекты где содержание метана (диоксида углерода) превышает допустимые Правилами безопасности значения и выяснить причины превышения.

8 ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ УСТАНОВОК

В данном разделе приводится краткая техническая характеристика рабочего и резервного вентиляторов главного проветривания (тип вентилятора, диаметр рабочего колеса, фактическое число оборотов, установленная мощность двигателя, угол установки лопаток рабочего колеса или направляющего аппарата, фактическая депрессия, производительность, потребляемая мощность, коэффициент полезного действия, срок службы с момента установки или последнего капитального ремонта).

Основные параметры вентиляционных установок, полученные при депрессионной съемке или по данным "Вентиляционного журнала" на участке ВТБ заносятся в таблицу 8.1

Таблица 8.1 - Основные параметры вентиляционных установок

Параметры	Место размещения вентиляторов		Значения параметров
	основной	резервный	
Тип вентилятора			
Диаметр рабочего колеса, м			
Скорость вращения рабочего колеса, мин ⁻¹			
Подача воздуха, м ³ / с			
Статическая депрессия, да/Па			
Угол установки лопаток на рабочем колесе (направляющем аппарате), градус			
Тип двигателя			
Мощность электродвигателя, кВт			
КПД вентилятора			
Год установки			

Если аэродинамическая характеристика вентилятора не соответствует типовой, то приводят её на рисунке на основе заключения организации, приводившей наращивание или снятие лопаток.

Обследование вентиляторной установки, состоящей из самого вентилятора (рабочего и резервного); привода, диффузора (или всаса) и канала вентилятора, следует начинать с изучения её схемы для выяснения мест расположения ляд, шиберов, обводных каналов, входных тамбуров и др. Следует ознакомиться с имеющейся на вентиляторную установку документацией. Затем производится визуальное обследование вентиляторов (рабочего и резервного), при котором устанавливается: соответствие вентиляторов и двигателей имеющейся у главного механика документации; наличие контрольно-измерительной аппаратуры для измерения подачи и напора (статической депрессии) ВГП и её исправность; состояние устройств для поворота лопаток на рабочем колесе вентилятора (для осевых вентиляторов) или на направляющем аппарате (для центробежных вентиляторов); состояние надшахтного здания у устья вентиляционного ствола (целосность дверей в шлюзах, перекрытий, стен, крыши, окон и др).

На основании полученной информации перед производством депрессионной съёмки намечают пункты замеров давлений воздуха и расходов воздуха.

При обследовании всасывающих вентиляторов, которые установлены на подавляющем большинстве шахт Донбасса, определяют:

- полное давление воздушного потока в канале вблизи рабочего колеса вентилятора h_v , да Па;
- расход воздуха, проходящего в единицу времени через вентилятор, Q_v , м³/с;
- полное давление воздушного потока в месте сопряжения вентиляционного канала со стволом $h_{ш}$, да Па;
- расход воздуха, поступающего в единицу времени из шахты, $Q_{ш}$, м³/с;
- подсосы воздуха с поверхности в канал вентилятора $Q_{п}$, м³/с;
- угол установки лопаток у осевых вентиляторов и направляющего аппарата у центробежных, градус;
- число оборотов рабочего колеса вентилятора, мин⁻¹.

Для измерения давлений воздуха применяют микроманометры, микробарометры. Один из этих приборов устанавливают на поверхности шахты и соединяют со шлангом (резиновой трубкой), протянутым в канал вентилятора. При этом полное давление потока воздуха в линии всасывания может быть определено двумя способами:

- первый – замеряет статическое давление потока у вентилятора $h_{ст}$ (да Па) с помощью статической или пневмометрической трубки, подсоединенной к штуцеру прибора со знаком «-». Из полученного давления вычитается скоростное (динамическое) давление, рассчитанное по средней скорости движения воздуха в месте замера давления h_d (да Па)

$$h_v = h_{ст} - h_d ; \quad (8.1)$$

$$h_d = 0,5 \rho V^2 , \quad (8.2)$$

где ρ - плотность воздуха, кг/м³ ;

V – средняя скорость движения воздуха, м/с;

- второй – замеряется полное давление воздушного потока h_v (да Па) с помощью пневмометрической трубки, которую с помощью резиновой трубки подсоединяют к штуцеру прибора со знаком « + ». Для определения величины полного давления следует замерить его в нескольких точках (9 – 12), расположенных равномерно по сечению канала вентилятора и вычислить его среднее значение.

Для замера подачи вентилятора Q_v (м³/с) выбирают участок канала вентилятора (рис. 8.1) перед вентилятором. Расход воздуха определяют по средней скорости движения воздуха в канале $V_{кв}$ (м/с) непосредственно перед рабочим вентилятором (в 10-15 м от него в индивидуальном канале), измеренной с помощью чашечного анемометра (или анемометра АПР-2), и площади поперечного сечения индивидуального канала вентилятора в пункте замера $S_{кв}$ (м²)

Рис. 8.1. Расположение пунктов замера расходов воздуха

$$Q_B = V_{KB} S_{KB} \quad (8.3)$$

Полное вентиляционное давление потока в месте сопряжения вентиляционного канала со стволом шахты $h_{ш}$ (да Па) измеряется так же как и у вентилятора. При замере шланг, соединенный с прибором протягивается через ляды (двери). Если устье ствола перекрыто наглухо, замер можно сделать, протянув шланг в щель без пневмометрической трубки.

Расход воздуха, выходящего из шахты, $Q_{ш}$ (m^3/c), замеряют в околоствольном дворе в выработках, по которым воздух поступает в ствол

$$Q_{ш} = V_{ш} S_{ш}, \quad (8.4)$$

где $V_{ш}$ – средняя скорость движения воздуха в главной вентиляционной выработке у вентиляционного ствола, м/с;

$S_{ш}$ – площадь поперечного сечения главной вентиляционной выработки в пункте измерения, m^2 .

Общие подсосы воздуха в канал вентилятора $Q_{п}$ (m^3/c) определяются как разность между подачей вентилятора Q_B (m^3/c) и расходом воздуха, выходящего из шахты $Q_{ш}$ (m^3/c).

$$Q_{п} = Q_B - Q_{ш} \quad (8.5)$$

Общие подсосы воздуха в канал вентилятора слагаются из подсосов воздуха через надшахтное здание вентиляционного ствола $Q_{п.н.зд}$ (m^3/c) и подсосы воздуха через вентиляционные сооружения и устройства непосредственно в канале вентилятора (рабочего и резервного) $Q_{п.к.в}$ (m^3/c).

Подсосы воздуха в канал вентилятора через надшахтное здание вентиляционного ствола можно определить по выражению

$$Q_{п.н.зд.} = Q_k - Q_{ш}, \quad (8.6)$$

где Q_k – расход воздуха в общем канале вентилятора вблизи от сопряжения его с вентиляционным стволом (в 10 – 15 м от вентиляционного ствола), m^3/c

$$Q_k = V_k S_k, \quad (8.7)$$

V_k – средняя скорость движения воздуха в общем канале вентилятора, м/с;

S_k – площадь поперечного сечения общего канала вентилятора, m^2 .

Подсосы воздуха через вентиляционные устройства непосредственно в канале вентилятора могут быть вычислены по формуле

$$Q_{п.к.в.} = Q_B - Q_k, \quad (8.8)$$

Отдельными замерами можно определить подсосы воздуха в индивидуальном канале резервного вентилятора и подсосы воздуха в обводном канале.

Угол установки лопаток рабочего колеса вентилятора проверяют по проекции лопаток на горизонтальную плоскость при открытых люках кожуха вентилятора.

На основании произведённых замеров и расчётов расходов воздуха и давлений воздуха в пунктах замеров определяют аэродинамическое сопротивление вентиляционного канала $R_k \left(\frac{\partial a \Pi a \cdot c^2}{M^6} \right)$, путей подсосов воздуха, $R_{\Pi} \left(\frac{\partial a \Pi a \cdot c^2}{M^6} \right)$, вентиляционной сети $R_{в.с.} \left(\frac{\partial a \Pi a \cdot c^2}{M^6} \right)$, аэродинамическое сопротивление шахтной сети $R_{ш.с.} \left(\frac{\partial a \Pi a \cdot c^2}{M^6} \right)$.

Аэродинамическое сопротивление канала вентилятора рассчитывают по формуле

$$R_k = \frac{h_e - h_{ш}}{Q_{к.ср.}^2}, \quad (8.9)$$

где $Q_{к.с.}$ – средний расход воздуха в канале вентилятора, м³/с

$$Q_{к.ср.} = 0,5(Q_k + Q_v), \quad (8.10)$$

Аэродинамическое сопротивление путей подсосов воздуха определяют по формуле

$$R_{\Pi} = \frac{h_{\Pi}}{Q_{\Pi}^2}, \quad (8.11)$$

где h_{Π} – депрессия на путях подсоса воздуха, да Па.

Принимается как среднее значение

$$h_{\Pi} = 0,5(h_{ш} + h_v), \quad (8.12)$$

Аэродинамическое сопротивление вентиляционной сети определяют по выражению

$$R_{в.с.} = \frac{h_e \pm h_e}{Q_{к.ср.}^2}, \quad (8.13)$$

где h_e – величина депрессии естественной тяги, да Па; определяется термодинамическим методом на основании замеров температуры воздуха по

наиболее трудному маршруту его движения в сети исследуемого вентилятора и установления абсолютных маркшейдерских отметок в пунктах замеров.

Аэродинамическое сопротивление шахтной сети рассчитывают по формуле

$$R_{ш.с.} = \frac{h_u \pm h_e}{Q_u^2}, \quad (8.14)$$

В формулах (8.13) и (8.14) знак «+» принимается если депрессия естественной тяги положительна (помогает вентилятору главного проветривания преодолевать сопротивление сети); если депрессия естественной тяги отрицательна (препятствует движению воздуха под действием депрессии вентилятора), то в этих формулах используют знак «-»

Результаты обследований вентиляторов главного проветривания заносят в таблицу 8.2.

Таблица 8.2 – Результаты обследования вентиляционных установок шахты.

Наименование объекта	Участок по схеме вентиляции	Длина выработки, м	Депрессия да Па	Сечение выработки, м ²	Скорость движения воздуха, м/с	Расход воздуха, м ³ /с	Аэродинамическое сопротивление, $\frac{даПа \cdot с^2}{м^6}$	Примечание
Общая вентиляционная сеть...								
Сеть подземных выработок								
Внешние подсосы через надшахтные здания...								
Внешние подсосы в районе вентиляторной установки								
Канал вентилятора от створа до обводного канала ...								
Канал вентилятора от обводного кана								

ла до колеса вентилятора								
-----------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--

Характеризуется состояние вентиляционных устройств на вентиляторной установке, герметичность надшахтного здания, эффективность использования вентиляторов главного проветривания.

В результате анализа состояния вентиляционной сети устанавливаются причины неудовлетворительного или неэкономического проветривания шахты.

9 АНАЛИЗ РАБОТЫ ВЕНТИЛЯТОРОВ НА ВЕНТИЛЯЦИОННУЮ СЕТЬ.

Анализ работы вентиляторов главного проветривания выполняется с целью оценки:

- режимов работы вентиляторов с точки зрения устойчивости и экономичности;
- влияние депрессии естественной тяги на режимы работы вентиляторов и проветривания шахты;
- влияние внешних подсосов и аэродинамических сопротивлений каналов вентиляторов на условия проветривания шахты ;
- величины резерва вентиляторов главного проветривания по подаче воздуха.

Анализ работы вентиляторов выполняется графическим методом. При этом используются данные, полученные при обследовании вентиляторов главного проветривания. Все графические построения, связанные с анализом работы на сеть, выполняются в координатах h, Q .

Для определения графическим путём режима работы вентилятора на заданную характеристику вентилятора (кривая 1) наносится характеристика вентиляционной сети (рис. 9.1);

- кривая 2 - без учёта естественной тяги;
- кривая 3 - когда естественная тяга помогает работе вентилятора главного проветривания ;
- кривая 4 - когда естественная тяга противодействует работе вентилятора главного проветривания.

Характеристика вентиляционной сети описывается уравнением

$$h = R_{в.с.} Q^2 \pm h_e , \quad (9.1)$$

В уравнении (9.1) знак « + » принимается, когда естественная тяга противодействует вентилятору, знак « - » помогает ему.

Рис. 9.1. Влияние естественной тяги на режим работы вентилятора.

Условие устойчивости работы вентилятора выражается следующим соотношением

$$h \leq 0.9 h_{\max}, \quad (9.2)$$

т.е. напор вентилятора не должен превышать 90 % максимально возможного. Коэффициент полезного действия (КПД) вентилятора может изменяться в широких пределах. Допустимой является эксплуатация шахтных вентиляторов в режимах с КПД более 60 % . На характеристиках вентиляторов обычно выделяют зону их промышленного использования.

На характеристику вентилятора наносится также характеристика шахтной сети:

$$h = R_{\text{ш.с.}} Q^2 \pm h_e \quad (9.3)$$

С помощью построенных характеристик сети оценивают резервы системы проветривания, определяют допустимые пределы сокращения внешних подсосов и сопротивления канала вентилятора.

10 РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ СЕТИ

На основе замеров депрессии и расходов воздуха в горных выработках по основным и вспомогательным маршрутам при производстве депрессионной съёмки рассчитывают аэродинамические сопротивления выработок (ветвей) по выражению.

$$R = \frac{h}{Q^2}, \quad (10.1)$$

где h – депрессия выработки (ветви), да Па;

Q – расход воздуха в выработке (ветви), м³/с.

С учётом полученных сопротивлений выработок (ветвей) для всей шахтной вентиляционной сети и измерения параметров вентиляторов главного проветривания разрабатывается нулевой вариант математической модели ШВС на момент проведения депрессионной съёмки.

Нулевой вариант математической модели ШВС состоит из двух таблиц 10.1 и 10.2.

В таблице 10.1 указываются параметры режима работы вентиляторов главного проветривания.

Таблица 10.1 – Параметры режима работы вентиляторов

Тип вентилятора	Номер ветви	Номера узлов ветви		Расход воздуха (подача вентилятора), да Па	Депрессия (напор) вентилятора, да Па	Коэффициенты аэродинамической характеристики вентилятора	
		начальный	конечный			а	в
1	2	3	4	5	6	7	8

Номера ветви вентилятора, начального и конечного вентиляционных узлов принимаются из схемы вентиляции (однолинейной) или из аэродинамической схемы шахтной вентиляционной сети, которая изображается для удобства анализа сети.

Подача воздуха и депрессия вентилятора рассчитываются на ПЭВМ после составления нулевого варианта математической модели шахтной вентиляционной сети и сверяются с результатами измерений во время депрессионной съёмки.

Коэффициенты а и в для каждого вентилятора главного проветривания находят применительно к рабочей аэродинамической характеристике вентилятора, на которой он работал в момент проведения депрессионной съёмки (рис. 10.1).

Аэродинамическая характеристика (прямой участок её) описывается уравнением

$$h_{vi} = a - b Q_{vi}^2, \quad (10.2)$$

Рис. 10.1. График режимов работы вентилятора

Для нахождения коэффициентов « а » и « в » выбирают прямолинейный участок используемой аэродинамической характеристики вентилятора (возможно больший его прямолинейный участок) с расположенной примерно посередине рабочей точкой А вентилятора (h_B, Q_B). Снимают координаты крайних для выбранного участка точек A_1 и A_2 рабочих режимов вентилятора с параметрами режимов $h_{B.1}, Q_{B.1}$ и $h_{B.2}, Q_{B.2}$. После этого составляют систему уравнений.

$$h_{B.1} = a - b Q_{B.1}^2 \quad (10.3)$$

$$h_{B.2} = a - b Q_{B.2}^2 \quad (10.4)$$

Решая систему уравнений относительно коэффициентов « а » и « в » при известных значениях депрессии и подачи вентилятора получили следующие выражения для расчёта этих коэффициентов.

$$a = (h_{B.1} Q_{B.2}^2 - h_{B.2} Q_{B.1}^2) / (Q_{B.2}^2 - Q_{B.1}^2) \quad (10.5)$$

$$b = (h_{B.1} - h_{B.2}) / (Q_{B.2}^2 - Q_{B.1}^2) \quad (10.6)$$

В таблице 10.2 описывается вентиляционная сеть шахты.

Таблица 10.2 – Параметры шахтной вентиляционной сети.

Номер ветви	Номера вент. узлов		Аэродинамическое сопротивление, да Па c^2/m^6	Расход воздуха, m^3/c	Депрессия, да Па
	начальный	конечный			
1	2	3	4	5	6

При этом значения расхода воздуха и депрессии записывают в результате расчёта шахтной вентиляционной сети на ПЭВМ по специальной программе, допущенной к применению в установленном порядке.

Если после расчёта расхождение между расчётными и измеренными во время депрессионной съёмки расходами воздуха не превышает 10 %, то принятый вариант математической модели шахтной вентиляционной сети соответствует реальной сети. Если это условие не выполняется, то корректируют сопротивления ветвей, добиваясь выполнения близкого сходства расчётных и фактических расходов воздуха по ветвям шахтной вентиляционной сети.

Достоверность выполнения депрессионной съёмки оценивается сопоставлением суммарной депрессии по маршруту с суммой со статической депрессией вентилятора и депрессией естественной тяги. При этом для сопоставления принимается депрессия естественной тяги, подсчитанная

термодинамическим способом с учётом дополнительной разности давления, вызванной работой вентилятора. Если измеренные депрессии в выработках приведены к плотности воздуха в канале вентилятора, дополнительная разность давлений не учитывается.

Оценка достоверности выполняется по формуле:

$$\Delta h = \frac{[\sum h_m - (h_b + h_e)] \cdot 100}{h_b + h_e}, \quad (10.7)$$

где $\sum h_m$ - суммарная депрессия по маршруту, да Па;

h_b - статическая депрессия вентилятора, да Па;

h_e - депрессия естественной тяги, да Па.

Погрешность измерения суммарной депрессии по маршруту не должна превышать 10 % от депрессии, развиваемой вентилятором и естественной тягой.

11 ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ И ТРУДНОСТИ ПРОВЕТРИВАНИЯ ШАХТЫ

11.1 Обеспеченность свежим воздухом объектов проветривания шахты

Для оценки обеспеченности свежим воздухом объектов проветривания (выемочных участков, проходимых тупиковых выработок, погашаемых выемочных участков, поддерживаемых вспомогательных выработок и камер) сравнивают фактический полученный во время депрессионной съёмки и расчётный расходы воздуха.

Результаты сравнения фактических и расчётных (потребных) расходов воздуха по объектам проветривания приводятся в таблице 11.1

Таблица 11.1 – Распределение фактического расхода воздуха по объектам проветривания в сравнении его с расчётным значением

Наименование объектов проветривания	Расход воздуха, м ³ / с		Коэффициент обеспеченности $K_{об} = 100 \cdot \frac{Q_{ф}}{Q_{р}}$
	Фактический $Q_{ф}$	Расчётный $Q_{р}$	
Поступление в шахту			
Расход воздуха для проветривания выемочных участков, всего... в том числе:			
Расход воздуха для			

проветривания подготовительных выработок, всего... в том числе:			
Расход воздуха для проветривания вспомогательных выработок, всего... в том числе:			
Расход воздуха для проветривания камер, всего... в том числе:			

На основании данных таблицы 11.1 устанавливается какие из объектов проветривания не обеспечены потребным расходом воздуха (при $K_{об} < 100\%$) Одновременно указываются объекты проветривания, на которые подаётся избыточное количество воздуха ($K_{об} > 100\%$). Считается достаточно обеспеченным свежим воздухом объект проветривания с коэффициентом обеспеченности $K_{об} = 100 \div 110\%$. При большей величине коэффициента обеспеченности на данном объекте свежий воздух используется нерационально и его расход следует уменьшить путём регулирования площади сечения вентиляционного окна – регулятора (уменьшить сечение окна – регулятора). Устанавливаются также очистные выработки, не обеспеченные потребным расходом воздуха.

Анализируется состояние подземных и поверхностных вентиляционных сооружений шахты. При этом сравниваются фактические и расчётные значения утечек воздуха через подземные и поверхностные вентиляционные сооружения и устройства. Определяется коэффициент обеспеченности утечек (притечек) воздуха. Результаты заносятся в таблицу 11.2.

Таблица 11.2 – Сравнение фактических и расчётных утечек воздуха через подземные и поверхностные сооружения и устройства

Наименование вентиляционного сооружения или устройства	Участок на схеме вентиляции	Утечки воздуха, м ³ /с		Коэффициент обеспеченности $K_{об} = \frac{100Q_{ут.ф}}{Q_{ут.р}}, \%$
		Фактические	Расчётные	
Подземные утечки, всего в том числе:				

Поверхностные утечки, всего в том числе: через надшахтное здание вентиляционно- го ствола вентилятор... через канал вентилято- ра...				
--	--	--	--	--

В этой таблице приводится сравнение фактических и расчётных утечек воздуха через все вентиляционные сооружения и устройства имеющиеся в шахтной вентиляции сети.

В результате сравнения фактических и расчётных утечек воздуха по данным таблице 10.2 устанавливаются вентиляционные сооружения и устройства с избыточными утечками воздуха ($K_{об} > 100 \%$) и анализируются причины этих утечек в зависимости от состояния вентиляционных сооружений, установленного при их осмотре во время депрессионной съёмки (таблица 4.3).

11.2 Анализ распределения депрессии по основным маршрутам

Анализ распределения депрессии по выработкам основных маршрутов производится на основе депрессиограм, построенным в координатах: по оси абсцисс – длина выработок в маршруте от устья воздухоподающего ствола до вентилятора в м; по оси ординат – депрессия в даПа.

Сначала определяется по депрессиограмме для каждого основного маршрута (количество основных маршрутов равно числу вентиляторов главного проветривания, работающих на шахтную вентиляционную сеть) удельное среднее значение депрессии на 100 м длины горных выработок h_{100} даПа по выражению

$$h_{100} = 100 \frac{h_m}{L_m}, \quad (11.1)$$

где h_m – суммарная депрессия горных выработок по маршруту, да Па;

L_m – суммарная длина горных выработок маршрута, м.

Затем устанавливают удельные средние значения депрессии выработок со свежей и исходящей струями по каждому основному маршруту

$$h_{св.100} = 100 \frac{h_{м.св.}}{L_{м.св.}}, \quad (11.2)$$

$$h_{исх.100} = 100 \frac{h_{м.исх}}{L_{м.исх}}, \quad (11.3)$$

где $h_{св.100}$, $h_{исх.100}$ - удельная депрессия на 100 м соответственно на свежей и исходящей струях основного маршрута, да Па;

$h_{м.св.}$, $h_{м.исх.}$ - суммарная депрессия горных выработок в основном маршруте соответственно со свежей и исходящей струями воздуха, да Па;

$L_{м.св.}$, $L_{м.исх.}$ - суммарная длина горных выработок в основном маршруте соответственно со свежей и исходящей струями воздуха, м.

После этого устанавливают удельные депрессии на 100 м длины каждой выработки маршрута $h_{\gamma 100}$ (да Па)

$$h_{\gamma 100} = 100 \frac{h_{\gamma}}{L_{\gamma}}, \quad (11.4)$$

где h_{γ} - депрессия γ -й выработки в основном маршруте, да Па;

L_{γ} - длина γ -й выработки основного маршрута, м.

На основе расчётов устанавливают соотношение удельных депрессий на 100 м на свежей и исходящих струях и выработки, в которых удельная депрессия на 100 м длины превышает среднюю удельную депрессию по основному маршруту. Выработки с увеличенной удельной депрессией по сравнению со средней удельной депрессией по маршруту следует выяснить причины превышения и включить в мероприятия по снижению аэродинамического сопротивления и выяснить причины превышения средней удельной депрессии.

11.3 Определение трудности проветривания шахты

Трудность проветривания шахты оценивается показателем $n_{уд}$ (кВт.с/м³), равного удельной мощности, затрачиваемой вентилятором на подачу 1 м³/с полезно используемого воздуха. Величина показателя $n_{уд}$ определяется по выражению

$$n_{уд} = \sum Q_{в.i} h_{в.i} / 100 \cdot (\sum Q_{уч} + \sum Q_{п.в.} + \sum Q_{пог.в.} + \sum Q_{под.в.} + \sum Q_{к})$$

где $\sum Q_{в.i} h_{в.i}$ - сумма произведений фактических подач вентиляторов $Q_{в.i}$ (да Па);

$\sum Q_{уч}$, $\sum Q_{п.в.}$, $\sum Q_{пог.в.}$, $\sum Q_{под.в.}$, $\sum Q_{к}$ - сумма расходов воздуха для проветривания соответственно выемочных участков обособленного проветривания тупиковых выработок, погашаемых и вспомогательных поддерживаемых выработок, камер, м³/мин.

Шахты относятся к легко проветриваемым при значении $n_{уд}$ менее 2,5; к средней трудности проветривания – при $n_{уд}$ от 2,5 до 5 и к труднопроветриваемым – при $n_{уд}$ более 5.

Если шахта отнесена к труднопроветриваемым, то необходимо предусмотреть мероприятия по снижению трудности проветривания шахты, путём уменьшения утечек воздуха и аэродинамического сопротивления сети.

Обращается внимание на депрессию шахты. Согласно «Руководства...» [2] максимальная статическая депрессия сети, на которую работает вентилятор (депрессия шахты), как правило, ограничивается величиной 300 да Па ; для шахт сверхкатегорных и опасных по внезапным выбросам, а также шахт производственной мощности 4000 т в сутки и более, допускается депрессия до 450 да Па.

На действующих шахтах при доработке запасов последних горизонтов сроком 15-20 лет и глубине более 700 м, для шахт, разрабатывающих пласты угля, не склонные к самовозгоранию, допускается максимальная статическая депрессия до 800 да Па.

При превышении допустимых значений статической депрессии сети, на которую работает вентилятор, необходимо разработать мероприятия по её снижению до допустимых значений.

12 РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ПРОВЕТРИВАНИЯ ШАХТЫ

12.1 Первоочередные мероприятия по совершенствованию проветривания шахты

На основе обработки данных полученных при выполнении депрессионной съёмки анализа состояния проветривания и выяснения причин неудовлетворительного проветривания основных объектов шахты разрабатываются первоочередные рекомендации по совершенствованию вентиляционной сети, не требующие применения специальной вычислительной техники (ПЭВМ). Они могут включать перечень работ по:

- регулировке расхода воздуха, поступающего на проветривание очистных забоев, выемочных участков подготовительных и поддерживаемых выработок и камер для обеспечения их расчётным количеством воздуха за счёт объектов, на которых установлен избыточный расход воздуха.
- герметизация конкретных сооружений и устройств, по которым выявлены значительные сверхнормативные утечки воздуха;
- очистка выработок от породы, крепёжного материала, старого ненужного оборудования, перекрепление и ремонт горных выработок;
- регулирование подачи воздуха вентиляторами.

12.2 Мероприятия по совершенствованию проветривания шахты на перспективный период

На основе анализа результатов депрессионной съёмки, выяснения причин неудовлетворительного проветривания шахты разрабатываются рекомендации по совершенствованию вентиляционной сети. Они могут включать следующий перечень работ:

- герметизацию или замена на автоматические шлюзовые устройства (АШУ) вентиляционных шлюзов с целью борьбы с потерями свежего воздуха в шахте, превышающими допустимые;
- регулировку расхода воздуха, поступающего на объекты проветривания для обеспечения их расчётным расходом, воздуха;
- доведение сечений выработок до размеров требуемых Правилами безопасности или проектом шахты;
- проведение новых выработок в целях обеспечения расчётным количеством воздуха объектов проветривания шахты за счёт снижения аэродинамического сопротивления шахтной вентиляционной сети;
- укрепление и очистка отдельных выработок или их участков с увеличением площади поперечного сечения для снижения депрессии;
- изменение углов установки рабочего колеса осевого вентилятора или направляющего аппарата центробежного вентилятора с целью получения оптимального режима работы вентилятора;
- снижение величины внешних утечек воздуха через надшахтные здания и вентиляционные устройства в каналах вентиляторов главного проветривания и др.

Для проверки технической эффективности разрабатываются с учётом календарных планов доработки запасов схемы вентиляции шахт, на характерные периоды ведения горных работ и варианты (1,2,3) набора мероприятий по совершенствованию шахтной вентиляционной сети.

Описывается содержание каждого варианта мероприятий по совершенствованию шахтной вентиляционной сети. В первом варианте, базирующемся на «нулевом» варианте математической модели сети, вносятся изменения, связанные с корректированием шахтной вентиляционной сети (наращивание выработок, введение новых и выведение погашенных участков, герметизация или замена вентиляционных сооружений, регулирование расхода воздуха по объектам проветривания, доведение сечений выработок до размеров, требуемых Правилами безопасности или проектом шахты, укрепление отдельных выработок и т.п.). Во втором варианте мероприятий, базирующемся на первом, учитываются проведение новых выработок, стволов, скважин, регулировка режимов работы вентиляторов путём изменения углов наклона лопаток на рабочем колесе или направляющем аппарате и др. В третьем варианте могут рассматриваться замена или остановка вентилятора, установка дополнительного вентилятора,

замена двигателя вентилятора для изменения скорости вращения рабочего колеса и др.

Набор мероприятий в каждом варианте обсуждается с руководством шахты, учитываются экономические возможности шахты для их выполнения.

Для каждого варианта сети и мероприятий рассчитывается участком ВТБ шахты расход воздуха для проветривания шахты и необходимая подача ВГП.

На каждый вариант разрабатывается математическая модель шахтной вентиляционной сети депрессионной службой горноспасателей, осуществляющей депрессионную съёмку. Если съёмка не производится, разрабатывает модели студент.

После этого производится расчёт воздухораспределения и депрессии по выработкам шахтной вентиляционной сети для каждого варианта. Результаты расчёта приводятся в таблице 12.1.

Таблица 12.1 – Результаты расчёта вентиляционной сети

Наименование объектов проветривания	Номер ветви	Участок по схеме	Расход воздуха по депрессионной съёмке, м ³ /с	Расход воздуха (м ³ /с) и обеспеченность (%) объектов по вариантам					
				Вариант «0»			Варианты 1,2,3		
				Q _{ф.}	Q _р	K _{об} %	Q _{ф.}	Q _р	K _{об} %
Поступает воздух в шахту, всего: в т.ч.: - клетевой ствол									
Выходит воздух из шахты, всего: в т.ч.: - скиповой ствол									
Выемочные участки, всего: в т.ч.: уч. № 1									
Подготовительные выработки, всего: в т.ч.:... штрек									
Поддерживаемые выработки, всего: в т.ч.:... ходок									
Внутренние утечки, всего:									

Внешние утечки, всего: в т.ч.: - скиповый									
Режимы работы вентиляторов: скиповый ствол									

Для оценки технической эффективности производится анализ основных показателей с точки зрения улучшения проветривания объектов шахты и необходимых затрат на выполнение мероприятий.

При анализе результатов расчётов воздухораспределения необходимо последовательно рассмотреть влияние отдельных мероприятий на изменение расхода воздуха в шахте и её отдельных объектах проветривания. Для этого необходимо произвести общий анализ распределения депрессий и расхода воздуха в сети выработок, а также режимов работы вентиляторов и их изменения в вариантах.

На основании предельной работы отмечается наиболее эффективный вариант (или несколько примерно равноценных вариантов), который можно рекомендовать для внедрения.

Далее производится оценка эффективности мероприятий, предлагаемых для внедрения. Оцениваются один или несколько вариантов имеющих наибольшую эффективность с точки зрения улучшения проветривания .

12.3 Определение устойчивости проветривания выемочных участков

Производится анализ схемы вентиляции, аэродинамической схемы и определяется, находятся ли очистные забои, другие выработки выемочных участков в диагональной ветви. Если таковые имеются, находятся ветви опасные по уменьшению аэродинамического сопротивления и ветви опасные по увеличению аэродинамического сопротивления. Находят из них определяющие, т. е. такие, которые оказывают наибольшее влияние на расход и направление движения воздуха в рассматриваемой выработке. Расчёт устойчивости проветривания производят по специальной программе. В результате расчёта делается вывод о степени устойчивости проветривания выемочных участков.

В тексте указываются мероприятия из числа рекомендуемых нормативным документом [2] по обеспечению устойчивости вентиляционной струи, если они необходимы для повышения степени устойчивости схемы проветривания. При этом необходимо учитывать требования п. 11.2.2 «Руководства по проектированию вентиляции угольных шахт» (к., 1994), требующего соответствия фактического расхода воздуха в рассматриваемой выработке расчётной величине.

13 ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

Излагаются выводы, вытекающие из результатов исследований, анализа и расчетов. Отмечается вариант, рекомендуемый для внедрения. В сжатом виде излагаются недостатки проветривания шахты, даётся оценка обеспеченности воздухом отдельных объектов. При этом следует повторять все цифровые показатели из предыдущих разделов. Затем приводятся причины неудовлетворительного проветривания шахты. Даются рекомендации по его улучшению на исходящий (первоочередные мероприятия) и на перспективный периоды, поясняется их эффективность. Указывается очерёдность выполнения отдельных видов работ.

ПРИЛОЖЕНИЯ

В приложения выносятся графические материалы, состоящие из схемы вентиляции шахты, депрессиограмм, характеристики вентиляторов и их вентиляционных сетей, графики внедрения принятых мероприятий. Вычерчивается однолинейная схема вентиляции, на которой указываются наименования основных выработок, направление движения воздуха, нумеруются узловые точки вентиляционной сети и ветви, обозначаются вентиляционные сооружения (вентиляционные двери, шлюзы, кроссинги, глухие перемычки регуляторы и др.). Для расчёта вариантов проветривания шахты с учётом перспективы развития горных работ прилагаются схемы вентиляции на расчётные периоды развития горных работ или фрагменты схемы вентиляции с привязкой к существующей схеме вентиляции на момент проведения исследований или депрессионной съёмки. Приводится характеристика вентиляционных сооружений.

Депрессионные диаграммы составляются по основным (нерегулируемым) направлениям движения воздуха в системе координат: депрессия – длина выработки. На депрессиограмме отмечаются узловые точки её, соответствующие участкам выработок.

Приводятся типовые (или при наличии индивидуальные) аэродинамические характеристики вентиляторов главного проветривания. На эти же характеристики наносятся кривые аэродинамических характеристик шахтной и вентиляционной сети, а также точка, характеризующая режим работы вентиляторов с учётом депрессии естественной тяги.

Прилагаются таблицы нулевого варианта вентиляционной сети и вариантов сети на перспективный период, календарные планы доработки запасов по пластам.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Правила безопасности в угольных шахтах. – К.: 2000.-496 с.
2. Руководство по проектированию вентиляции угольных шахт. - К.: 1994.-311 с.
3. Руководство по производству депрессионных и газовых съёмок на угольных шахтах. – Донецк:, 2000.-48 с.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к исследованию проветривания угольных шахт
при выполнении НИРС и дипломных работ
студентами горных специальностей

СОСТАВИТЕЛИ:

Стукало Виталий Антонович
Барановская Ольга Валерьевна