

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
КЫРГЫЗСКО-РОССИЙСКИЙ СЛАВЯНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени первого Президента Российской Федерации Б.Н. Ельцина

ЕСТЕСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра «Физические процессы горного производства»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

К выполнению лабораторных работ по дисциплине
«Аэрология предприятий горнопромышленного
и нефтегазового комплексов»
Для студентов специальности 21.05.05
«Физические процессы горного
или нефтегазового производства»

Бишкек 2023

УДК 622.44(076)
М 54

Рецензент:

В.Д. Савинков – канд. техн. наук, доц.

Составители:

Г.А. Абдурахмонов, Г.В. Лоцев

Рекомендовано к изданию

кафедрой «Физические процессы горного производства» КРСУ,
Ученым советом ЕТФ КРСУ

М 54 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Аэрология предприятий горнопромышленного и нефтегазового комплексов» для студентов специальности «Физические процессы горного или нефтегазового производства» / сост.: Г.А. Абдурахмонов, Г.В. Лоцев. Бишкек: КРСУ, 2023. 76 с.: ил.

В методических указаниях дана информация по приборам и аппаратам контроля параметров рудничной атмосферы их конструкции, устройства, порядок проведения замера, задания по лабораторным занятиям, разработаны задания по расчету параметров рудничной атмосферы, количества воздуха для проветривания очистных, подготовительных забоев, шахты, водяных, сланцевых заслонов.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
Лабораторная работа № 1: Определение состава рудничного воздуха с помощью газохимического анализатора.....	5
Лабораторная работа № 2: Изучение устройства и технической характеристики газоанализатора «Микросенс» применяемые в нефтяной и газовой промышленности ...	10
Лабораторная работа №3: Контроль состава рудничной атмосферы шахтными интерферометрами.....	13
Лабораторная работа № 4: Изучение переносных автоматических приборов контроля содержания метана	19
Лабораторная работа № 5: Контроль содержания газа метан стационарными приборами автоматического контроля.....	25
Лабораторная работа № 6: Организация работ по обеспыливанию воздуха	32
Лабораторная работа № 7: Измерение скорости движения воздуха горных выработках.....	38
Лабораторная работа № 8: Расчет сланцевых и водяных заслонов	45
Лабораторная работа № 9: Изучение приборов и способов измерения давлений и депрессий в горных выработках	49
Лабораторная работа № 10: Определение коэффициента аэродинамического сопротивления трения выработки.....	57
Лабораторная работа № 11: Экспериментальное определение коэффициента местного сопротивления..	60
Лабораторная работа № 12: Расчет необходимого количества для проветривания подготовительных выработок.....	63
Лабораторная работа № 13: Расчет необходимого количества воздуха для проветривания очистного забоя.....	70
Лабораторная работа № 14: Расчет необходимого количества воздуха для проветривания шахты ..	73
ЛИТЕРАТУРА	75

ВВЕДЕНИЕ

Методические указания предназначены для студентов горных специальностей «Физические процессы горного или нефтегазового производства» в качестве методического руководства для выполнения лабораторных работ при изучении дисциплины «Аэрология горнопромышленных предприятий и нефтегазового комплексов».

В методических указаниях приведены задания по выполнению лабораторных работ. В задания введены работы по определению параметров рудничной атмосферы, состава рудничного воздуха, определению статического, скоростного давлений, депрессии, скорости движения воздуха, которые помогут выработать навыки пользования аппаратурой контроля. В методические указания также введены задания по обеспылеванию воздуха, расчетам вентиляции очистных, подготовительных забоев и расчеты количества воздуха в целом по шахте.

Каждая лабораторная работа содержит цель выполнения данной работы, необходимую информацию для ее выполнения, задание, методику выполнения, расчеты и контрольные вопросы.

Лабораторная работа № 1

Определение состава рудничного воздуха с помощью газохимического анализатора

Количество часов – 4

Цель работы: – ознакомиться с устройством газохимического анализатора ГХ-М, газоанализаторов ЕХ-2000 и ТХ/ОХ 2000 и способами измерения рудничных газов

Атмосферный воздух – это смесь газов и паров, окружающих земную поверхность. Постоянными составляющими частями атмосферного воздуха являются азот, кислород, диоксид углерода (углекислый газ), аргон, неон и другие газы. Чистый сухой атмосферный воздух имеет следующий химический состав (в % по объему):

Азот78,08;

Кислород20,95;

Аргон0,93;

Углекислый газ0,03;

Гелий, неон, криптон, озон, радон, водород, перекись водорода, аммиак, йод0,01.

Атмосферный воздух, поступивший в горные выработки меняют свой состав и параметры за счет газов образующихся в шахте и их содержание нормируются правилами безопасности, для контроля их содержания используют газохимические анализаторы.

Газохимический анализатор предназначен для определения кислорода, окиси углерода, двуокиси углерода, двуокиси серы, сероводорода и окислов азота в рудничном воздухе.

Действие прибора основано на изменении окраски реактива в ампулах при пропускании через них исследуемого воздуха. (Рис. 1.1)

Трубки индикаторные ГХ-М и аспиратор АМ-5 вместе составляют газоопределитель ГХ-М.



Рис. 1.1. Индикаторные трубки

Таблица 1 – Технические характеристики индикаторных трубок

Определяемые газы	Диапазон измерений, % об. доли
CO–0,25 (оксид углерода)	0,0005...0,025
CO–5 (оксид углерода)	0,25...5,0
CO ₂ –2 (диоксид углерода)	0,25...2,0
CO ₂ –15 (диоксид углерода)	1,0...15,0
CO ₂ –50 (диоксид углерода)	5,0...50,0
S ₂ O (диоксид серы)	0,0002...0,007
H ₂ S–0,0066 (сероводород)	0,00033...0,0066
CH ₂ O–0,004 (формальдегид)	0,00002...0,004
NO+NO ₂ –0,005 (оксид азота)	0,0001...0,005
O ₂ –21 (кислород)	1,0...21,0

Меховой насос (сильфон) служит для просасывания воздуха через индикаторную трубку. За один полный ход (разжатие) меха через трубку просасывается 100 мл воздуха.

Необходимый объем пробы от 100 до 1000 мл.

Состав аспиратора АМ-5

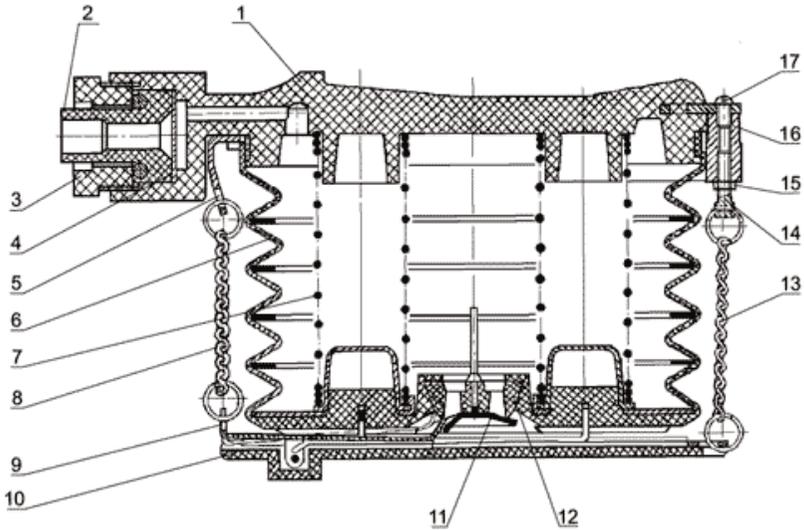


Рис. 1.2. Общий вид аспиратора АМ-5

1 – крышка; 2 – трубка; 3 – штуцер; 5 – подвеска; 6 – сильфон; 7 – пружина; 8, 13 – цепочки; 9 – рычаг; 10 – дно; 11 – клапан; 12 – седло; 14 – винт; 15 – контргайка; 16 – втулка; 17 – винт

Для определения количества газов концы ампулы обламывают и вставляются в трубку, чтобы стрелка была направлена в сторону аспиратора. Затем сжимают сильфон до упора, отпускают его до полного раскрытия.

Если после первого хода окраска не появилась или не достигла первого деления шкалы, делают еще девять ходов меха.

Концентрации газа определяют прикладыванием трубки к шкале. Если сделано 10 ходов, через трубку прососано 1000 мл воздуха, в этом случае концентрация газов читаются с правой стороны шкалы, если сделан один ход 100 мл воздуха, то концентрация читается с левой стороны.

Индикаторные трубки для различных газов заполняются соответствующими реактивами.

Газоанализатор

Ниже приведены современные газоанализаторы горючих газов, которые используются на рудниках. EX 2000 – карманный автономный газоанализатор (эксплозиметр), предназначенный для обнаружения в постоянном режиме взрывчатых газов или паров. Прибор используется во взрывоопасной атмосфере групп I и II

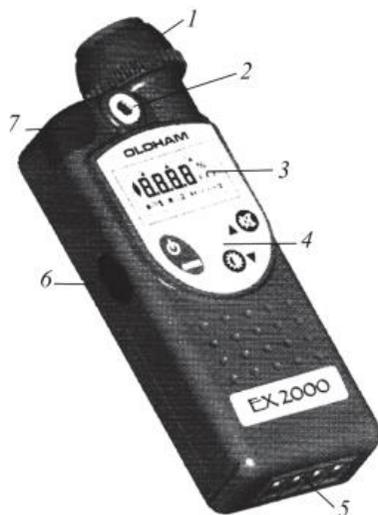


Рис. 1.3. Газоанализатор EX 2000

Газоанализатор EX 2000: 1 – защитный кожух ячейки; 2 – зуммер (поз. 4); 3 – индикатор (поз. 5); 4 – сенсорные кнопки (поз. 1); 5 – зарядные гнезда (CR2002); 6 – гнездо для простого зарядного устройства или для заглушки, применяемой во время ремонта; 7 – световой аварийный сигнал (поз. 3)

Таблица 2

Параметры	EX 2000	TX/OX 2000
Определяемые газы	Взрывоопасные газы и пары (NH ₃ , H ₂ , CH ₄ и др.)	CO, H ₂ S, NO, NO ₂ , NH ₃ , O ₂
Датчик	взаимозаменяемый термомокаталитический	взаимозаменяемый электрохимический
Измерение	Непрерывно	

TX 2000/OX 2000 автономный, карманный измеритель содержания кислорода или токсичных газов, предназначенный для непрерывного контроля содержания горючих газов в рабочей зоне.



Рис. 1.4. Газоанализатор TX 2000 / OX 2000

Измеритель содержания кислорода или токсичных газов TX 2000 / OX 2000: 1 – защитный фильтр для модуля датчика; 2 – зажим; 3 – звуковой индикатор; 4 – цветное кольцо для определения типа модуля датчика; 5 – защитная крышка модуля датчика; 6 – зуммер (звуковой аварийный сигнал)

Может использоваться во взрывоопасной атмосфере групп I или II. TX 2000/OX 2000 оснащен съемным датчиком, доступ к которому можно получить, сняв крышку датчика в верхней части прибора. TX 2000/OX 2000 показывает концентрацию газа на жидкокристаллическом индикаторе.

Таблица 3 – Предельно допустимая концентрация ядовитых газов

Вредные газы	Предельно допустимая концентрация газа в действующих выработках
	По объему, %
Оксид углерода (CO)	0,00170
Оксиды азота (в перерасчете на NO ₂)	0,00025
Сернистый ангидрид (SO ₂)	0,00038
Сероводород (H ₂ S)	0,00071

Контрольные вопросы:

1. Из каких газов состоит атмосферный воздух?
2. Какие ядовитые и взрывчатые газы появляются в шахтном воздухе и их свойства.
3. Как измеряется содержания газов с помощью АМ-5?
4. Опишите устройство АМ-5
5. Как можно проверить герметичность прибора?
6. Предельно допустимые концентрации (ПДК) ядовитых газов.
7. Опишите устройство ЕХ 2000.
8. Опишите устройство ТХ 2000/ОХ 2000.

Лабораторная работа № 2

Изучение устройства и технической характеристики газоанализатора «Микросенс М3» применяемые в нефтяной и газовой промышленности

Количество часов – 2

Цель работы: Изучение устройства и ознакомление техническими характеристиками газоанализатора «Микросенс М3»

Назначение

Предназначены для измерения концентраций горючих газов (CH_4 , C_2H_8 , C_2H_6) и диоксида углерода (CO_2) – оптические сенсоры, а так же объемной доли кислорода (O_2) и токсичных газов (сероводород (H_2S), оксид углерода (CO), хлор (CL_2), аммиак (NH_3), диоксид серы (SO_2), оксиды азота (NO), диоксид азота (NO_2) – электрохимические сенсоры.

Приборы могут применяться в угольной, нефтяной, газовой, энергетической промышленности.

Количество контролируемых газовых компонентов – от 1 до 5 (в зависимости от модификации).

Прибор выполняет следующие функции:

- непрерывное измерение и цифровая индикация контролируемых газовых компонентов;
- подача световой и звуковой сигнализации при достижении концентрацией контролируемых газов заданного (порогового) уровня;

- запись и последующее отображение экстремальных значений концентраций за период после включения;
- функция «черного ящика» – запись результатов измерений в энергонезависимую память;
- передача результатов измерений на ПК;
- индикация текущей даты и времени;
- индикация атмосферного давления;
- индикация неисправностей.

Условия эксплуатации:

Диапазон температуры окружающей среды, °С от –40 до + 60

Диапазон атмосферного давления, кПа от 84 до 106,7

Диапазон относительной влажности, % (при +25 °С) от 25 до 95

Основные технические характеристики:

Таблица 4

Электрическое питание	от заряжаемого встроенного Li-ion аккумуляторного блока 4,2VDC
Защита от пыли и влаги	IP54, IP67 в зависимости от модификации
Время прогрева и выхода прибора в рабочий режим измерений не превышает, с	120
Маркировка взрывозащиты	P0 Ex ia I X /0 Ex ia IIC T4 X
Время работы прибора от аккумуляторной батареи (при 25 °С), не менее, ч	100
Межповерочный интервал, мес	12
Срок службы, не менее, лет	10
Габаритные размеры (ДхШхВ), мм, не более	115x70x35
Масса, не более, кг	0,25

Устройство газоанализатора Микросенс М3 (рис. 2.1)

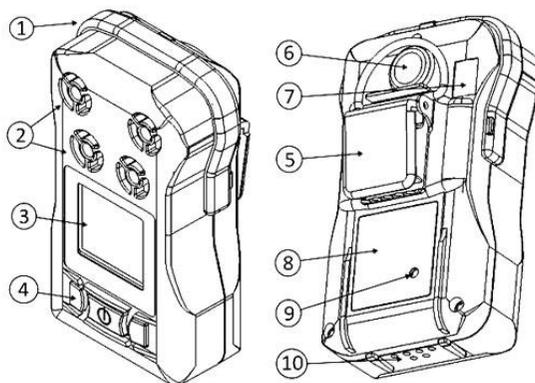


Рис. 2.1

1. световая панель «CardioLight»;
2. датчики;
3. ЖК-дисплей;
4. клавиатура;
5. крепление-клипса для одежды;
6. фонарик;
7. пломба;
8. паспортный шильдик;
9. громкоговоритель звуковой сигнализации;
10. разъём для коммутации с док-станцией.

Контрольные вопросы:

1. Назначение газоанализатора «Микросенс М3».
2. Какие функции выполняет прибор?
3. Основные технические характеристики прибора.
4. Устройство газоанализатора «Микросенс М3».

Лабораторная работа № 3 **Контроль состава рудничной атмосферы** **шахтными интерферометрами**

Количество часов – 2

Цель работы: – ознакомиться с принципами действия, схемами и конструкцией шахтного интерферометра ШИ-11 и основными приемами контроля содержания метана и углекислого газа в атмосфере горных выработок.

1.1. Шахтный интерферометр ШИ-11

Интерферометр шахтный ШИ-11 представляет собой переносный прибор, предназначенный для определения содержания метана и углекислого газа в воздухе помещений и установок, где максимальное содержание углекислого газа (местные скопления) допускается до 1 об. %.

Диапазон измерения объемной доли, %: – метана от 0 до 6;
– углекислого газа от 0 до 6.

Конструкция прибора обеспечивает автоматическую установку газовой камеры из положения «контроль» в положение «измерение»; установку микровинтом интерференционной картины в нулевое положение непосредственно перед измерением.

Принцип работы изделия. Действие прибора основано на измерении смещения интерференционной картины, происходящего вследствие изменения состава исследуемого воздуха, который находится на пути одного из двух лучей, способных интерферировать.

Устройство интерферометра

Конструкция прибора

Интерферометр шахтный типа ШИ-11 имеет литой силуминовый корпус, в котором смонтированы все детали прибора.

Общий вид прибора без футляра показан на рисунке 3.1.



Рис. 3.1. Общий вид прибора

На корпусе прибора размещены:

- штуцер 1 для засасывания в прибор рудничного воздуха;
 - распределительный кран 2;
 - окуляр 3;
 - штуцер с фильтром 4, на который надевается трубка резиновой груши;
 - винт 5 для перемещения интерференционной картины в нулевое положение;
 - кнопка «К» 6 для перемещения газовой камеры в положение «К» – контроль (надписи – «И» и «К» нанесены на крышках кнопок);
 - кнопка «И» 7 включения лампы для измерения;
 - крышка отделения с поглотительным патроном 8.
- Внутри корпус прибора разделен на три отделения.

В первом отделении находятся оптические детали прибора.

При определении метана исследуемый воздух через распределительный кран попадает в отделение поглотительного патрона, заполненное ХПИ. Затем исследуемый воздух, очищенный от углекислого газа, по соединительной трубке попадает в отделение поглотительного патрона, заполненное силикагелем. Далее исследуемый воздух, очищенный от углекислого газа, паров воды и пыли, попадает в полость 2 газовой камеры, откуда через резиновую грушу выходит в атмосферу. При определении углекислого газа исследуемый воздух через распределительный кран и соединительную трубку попадает в отделение поглотительного патрона, заполненное силикагелем. Очищенный от влаги и пыли исследуемый воздух попадает в полость 2 газовой камеры.

Направление движения атмосферного воздуха и исследуемого воздуха при засасывании их в прибор показано на рисунке 3.2 стрелками.

На рисунке 3.2 показан ход лучей при определении содержания метана или углекислого газа. В этом случае свет от лампы накаливания Л проходит через конденсорную линзу К и параллельным пучком падает на зеркало З, где пучок света распадается на два интерферирующих луча. Первый луч света отражается верхней гранью зеркала З, проходит по полостям 1 и 3 газовой камеры, которые заполнены чистым атмосферным воздухом, отражается призмами П, П1 и после двукратного прохождения по полостям 1 и 3 выходит из камеры. Второй луч света, отразившись от нижней посеребренной грани зеркала З и преломившись на его верхней грани, проходит через полость 2 газовой камеры, заполненной исследуемым воздухом, после отражения призмами П, П1 и четырехкратного прохождения полости 2 выходит из нее.

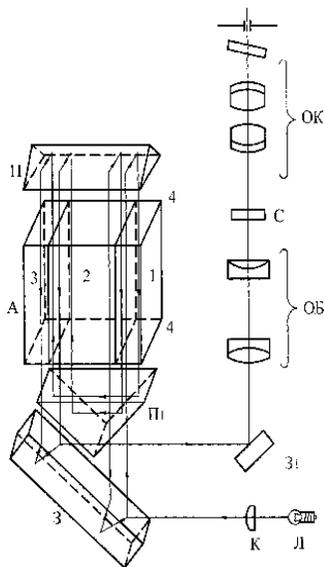


Рис. 3.2

Оба луча света, выйдя из камеры, попадают на зеркало 3 и отраженные его верхней и нижней гранями, сходятся в один световой пучок, который зеркалом 31 отклоняется под прямым углом и направляется в объектив ОБ.

Выйдя из объектива ОБ, пучок света проходит через щелевую диафрагму с отсчетной шкалой С в окуляр ОК, через который наблюдается интерференционная картина. При этом интерферирующие лучи проходят через разные газовоздушные среды, в результате чего происходит смещение интерференционной картины относительно нулевой отметки шкалы. По величине смещения интерференционной картины, которое пропорционально концентрациям газа, производится определение процентного содержания метана и углекислого газа.

Подготовка прибора к работе

Перед проведением замеров прибор должен быть подготовлен к работе.

Проверить герметичность резиновой груши. Для этого необходимо сжать грушу рукой и, зажав конец ее резиновой трубки, следить, как быстро расправляется груша в разжатой руке. Резиновая груша в случае быстрого расправления считается непригодной к применению, ее следует заменить.

Для проверки герметичности газовой линии прибора резиновую трубку груши надеть на штуцер 4, закрыть плотно штуцер 1 и произвести сжатие груши. Газовая линия герметична, если после разжатия груша не расправляется.

Для проверки герметичности пробозаборника, резиновую трубку пробозаборника надеть на штуцер 4, закрыть входной штуцер пробозаборника (или пережать трубку пробозаборника) и произвести сжатие груши. Пробозаборник и газовая линия прибора герметичны, если после разжатия руки груша не расправляется.

Продуть воздушную и газовую линии прибора чистым атмосферным воздухом производят следующим образом: прибор вынуть из футляра, снять крышку с отделения, в котором находится поглотительный патрон, со штуцера снять резиновый колпачок и на его место надеть резиновую трубку, прилагаемую к комплекту прибора, второй конец которой надеть на выхлопной штуцер резиновой груши. Трубку резиновой груши надеть на штуцер и сделать сжатий груши. После прокачивания чистым воздухом воздушной и газовой линий штуцер закрывается колпачком, надевается крышка и прибор помещается в футляр.

Нажать кнопку включения лампы и посмотреть в окуляр, если интерференционная картина и шкала окажутся нечеткими, вращением окуляра навести их на резкость.

Определение содержания метана в воздухе

Для определения содержания метана распределительный кран ставить в положение «СН₄». Путём трёх разового сжатия резиновой груши проба исследуемого воздуха через штуцер 1 или резиновую трубку, надетую на этот штуцер, прокачивается через прибор.

Если воздух содержит метан, то интерференционная картина сместится вправо вдоль шкалы. По смещенному положению левой черной полосы интерференционной картины производится отсчет делений шкалы и результат выражается с точностью до 0,1 %.

Для повторного определения содержания метана предварительной подготовки не прибора не требуется.

Определение содержания углекислого газа в исследуемом воздухе

Для определения содержания углекислого газа необходимо вначале сделать определение концентрации метана указанным выше способом. Затем распределительный кран 2 ставится в положение CO_2 и производится прокачивание исследуемого воздуха в прибор путем трех сжатий резиновой груши. Отсчет по шкале производится так же, как и при определении содержания метана.

Сумма содержаний газов ($\text{CH}_4 + \text{CO}_2$) не должна превышать 6% в объемных долях.

Полученный отсчет покажет суммарное содержание в воздухе метана и углекислого газа.

Оба эти определения необходимо делать в одном и том же месте и на одинаковой высоте от почвы. Содержание углекислого газа равно разности второго и первого отсчетов. Для более точного определения концентрации CO_2 необходимо показания прибора умножить на коэффициент 0,95.

Без перезарядки поглотительного патрона прибором можно производить не более 300 определений при $t=+20^\circ\text{C}$ и влажности не более 80% (при повышении температуры и влажности число определений уменьшается).

Контрольные вопросы:

1. Назначение шахтного интерферометра.
2. Устройство и принцип работы интерферометра.
3. Как производится замер газа метана CH_4 ?
4. Как производится замер углекислого газа CO_2 ?
5. Как проверить подготовленность прибора к работе?

Лабораторная работа № 4
Изучение переносных автоматических приборов
контроля содержания метана
Количество часов – 2

Цель работы: – изучить устройство переносных автоматических приборов на примере сигнализатора метана "Сигнал-5" и «Сигнал-7» и научиться контролировать газовую обстановку с помощью анализатора метана.

Назначение анализатора метана «Сигнал 5»

Переносной анализатор метана «Сигнал 5» предназначен для непрерывного автоматического контроля и измерения объемного содержания метана в атмосфере горных выработок в диапазоне от 0 до 100 %, выдачи световой и звуковой сигнализации при достижении предельно допустимого значения объемной доли метана.

Устройство прибора

Прибор состоит из анализатора и съемного блока питания (рис. 4.1)

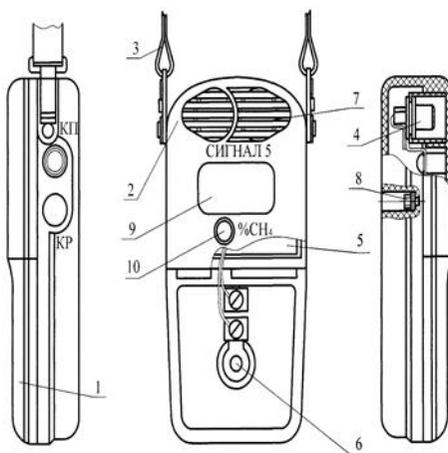


Рис. 4.1

1. Корпус анализатора имеет два отсека. В верхнем отсеке расположена печатная плата 5, датчик 4 и звуковой излучатель 7. Он закрыт крышкой 2, которая крепится винтами 8. На крышке нахо-

дятся смотровые окна, в которых располагаются цифровой индикатор 9 и красный светодиод аварийной сигнализации 10. С правой стороны находятся две кнопки – КП и КР. Второй отсек предназначен для установки блока питания 1. Блок питания крепится специальным винтом 6. Для переноски анализатор укомплектован ремнем 3. Корпус сигнализатора покрыт токопроводящей краской.

Принцип работы анализатора

Принцип работы анализатора основан на стабилизации температуры одноэлементного датчика. В диапазоне концентраций от 0 до 10 % об долей метана измерение основано на термокаталитическом сгорании метана на сенсоре. При этом производится измерение температуры сенсора и сравнение ее с температурой окружающей среды. В диапазоне концентраций свыше 10 до 99,9 % об. долей метана анализатор автоматически переводится на кондуктометрический метод измерения.

Управление режимами работы сенсора, отображение необходимых данных на индикаторе, запоминание уставок и текущих превышений производится микропроцессором, который управляется с помощью двух кнопок – рабочей КР и поверочной КП.

Кнопка КР служит для включения анализатора после подключения блока питания и контроля напряжения на аккумуляторах в процессе эксплуатации.

Кнопка КП используется при настройке и градуировке анализатора, во время эксплуатации она должна быть запломбирована.

Анализатор имеет два режима работы: режим градуировки и рабочий режим. В рабочем режиме производится измерение концентрации метана, переключение диапазонов измерения, запись в память необходимых данных.

В режиме градуировки производится подстройка процессора для каждого нового датчика, его градуировка, просмотр записи в памяти.

Если во время работы содержание метана превысило допустимые нормы и сработала светозвуковая сигнализация, персонал обязан покинуть зону загазованности.

Требования ПБ к использованию переносных автоматических приборов контроля содержания метана в шахтах.

В шахтах II категории по газу контроль концентрации метана переносными автоматическими приборами должен осуществляться в призабойном пространстве тупиковых выработок, где обнаружен метан, а также у выемочных машин на участках с абсолютной метанообильностью $3 \text{ м}^3/\text{мин}$ и более.

В шахтах III категории по газу, сверхкатегорных и опасных по внезапным выбросам контроль концентрации метана переносными автоматическими приборами должен осуществляться:

- в призабойных пространствах тупиковых выработок;
- в местах работы людей в выработках с исходящей струей воздуха;
- у выемочных машин, если они не оборудованы встроенными автоматическими приборами контроля метана, на участках с абсолютной метанообильностью $3 \text{ м}^3/\text{мин}$ и более, а при разработке пластов, опасных по внезапным выбросам или опасных по сульфурным выделениям метана, – независимо от абсолютной метанообильности;
- на электровозах;
- у буровых станков при бурении скважин.

Переносные автоматические приборы контроля содержания метана должны располагаться:

- в тупиковых выработках – в верхней части сечения выработки в 3–5 м от забоя на противоположной от вентиляционного трубопровода стороне выработки;
- в очистных выработках – на пологих и наклонных пластах у корпуса комбайна со стороны исходящей струи, на крутых пластах – в месте нахождения машиниста; при дистанционном управлении комбайном – в вентиляционном штреке против выхода из очистной выработки у кровли штрека;
- на исходящих струях выемочных участков – у кровли выработок в местах работы людей;
- у буровых станков – на расстоянии не более 1 м от буримой скважины по направлению движения вентиляционной струи у кровли выработки.

Переносные автоматические приборы контроля содержания метана должны устанавливаться так, чтобы воздушный поток обдувал с противоположной стороны прибора.

Перечень и содержание сигналов, подаваемых анализатором

В качестве источника питания в приборе используется блок, который содержит два аккумулятора с токоограничивающими резисторами, залитыми компаундом.

Взрывозащита анализатора обеспечивается следующими видами взрывозащиты и имеет маркировку PO Ia C "X".

Искробезопасность электрических цепей анализатора и его сенсора обеспечивается ограничением тока короткого замыкания аккумуляторов до величины менее 10 А с помощью резисторов R1 и R2 залитых терморезистивным компаундом или применением аккумуляторов с напряжением холостого хода $U_{xx} < 2,7$ В и током короткого замыкания $I_{кз} < 10$ А.

Специальный вид взрывозащиты "С" обеспечивается ограничением температуры нагрева чувствительного элемента до безопасных значений, применением средств, препятствующих проникновению угольной пыли.

Знак "X" в маркировке взрывозащиты означает особые условия его применения:

- а) беречь от ударов;
- б) с целью обеспечения электростатической искробезопасности корпус анализатора покрыт токопроводящей краской.

Диапазон измерения прибора составляет от 0 до 99,9 % объемной доли метана.

Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности, % об. доли метана:

- в диапазоне от 0 до 3 – ± 3
- в диапазоне свыше 3 до 30 – $\pm[0,5+0,35(C-3)]$, где С – численное значение измеренной доли метана
- в диапазоне свыше 30 до 99,9 – ± 10

Предел допускаемой основной абсолютной погрешности срабатывания сигнализации в диапазоне от 0,5 до 2,5 %, % об. доли метана – ± 2 .

Время непрерывной работы прибора составляет не менее 10 часов.

Величина рабочего напряжения источника составляет $2,4 \pm 0,4$ Вольт

Сигнал-7 предназначен для автоматического контроля и измерения объемной доли метана и диоксида углерода, выдачи световой и звуковой сигнализации при превышении установленных значений объемной доли метана или диоксида углерода в выработках шахт.

Анализатор метана СИГНАЛ-7

Анализатор применяется для осуществления контроля в автоматическом режиме за концентрациями газа в подземных выработках.

Прибор выполняет измерения объемной доли газа. В случае превышения установленных пределов прибор формирует световые и звуковые сигналы оповещения. Анализатор также может работать с двуокисью углерода.



Рис. 4.2. Анализатор метана «Сигнал-7»

Функционал прибора позволяет:

- выставление нулевой отметки в автоматическом режиме;
- внесение в память данных об экстремальных позициях за время работы;
- контролирует на аккумуляторе напряжение и сигнализирует о его разрядении;

- выставление значений срабатывания;
- внесение в память данных о времени разрядки аккумулятора;
- защита от полного разрядки аккумулятора.

Характеристика анализатора метана «Сигнал-7»

Таблица 5

Параметры	Показатели
Диапазон измерений об. доли метана, % от 0 до 3 об. доли диоксида углерода в % (г/м ³)	от 0 до 3 (от 0 до 60)
Предел допускаемой основной приведенной погрешности срабатывания в %: по метану; по диоксиду углерода	Не более +10 Не более +10
Диапазон регулировки порога срабатывания сигнализации в %: · об. доли метана; · об. доли диоксида углерода	от 0,5 до 2,5 от 0,5 до 2,5 (от 10 до 50)
Время срабатывания сигнализации, с	Не более 20
Время непрерывной работы, ч	Не менее 10
Габариты, мм	160*90*45
Вес, кг	0,41

Контрольные вопросы:

1. Для чего предназначен анализатор метана "Сигнал 5".
2. Опишите устройство и принцип работы анализатора.
3. Каковы требования ПБ к использованию переносных автоматических приборов контроля.
5. Источник питания в приборе.
6. Взрывозащищенность прибора.
7. Параметры работы прибора.
8. Описание и назначение анализатора метана «Сигнал 7».

Лабораторная работа № 5

Контроль содержания газа метан стационарными приборами автоматического контроля

Количество часов – 2

Цель работы: – изучение устройства и принципа действия стационарной аппаратуры контроля содержания метана комплексом аппаратуры "Метан" и схем размещения датчиков метана в газовых шахтах.

Назначение комплекса аппаратуры "Метан"

На шахтах 3-й категории по газу, сверхкатегорных и опасных по внезапным выбросам предусмотрен непрерывный автоматический контроль метана в наиболее газоопасных местах шахтной вентиляционной сети. Для этих целей применяется комплекс аппаратуры "Метан".

Комплекс "Метан" предназначен для непрерывного местного и централизованного контроля содержания метана и выдачи сигнала на автоматическое отключение электрической энергии контролируемого объекта при достижении предельно допустимой концентрации метана в угольных шахтах, опасных по газу.

Устройства комплекса "Метан"

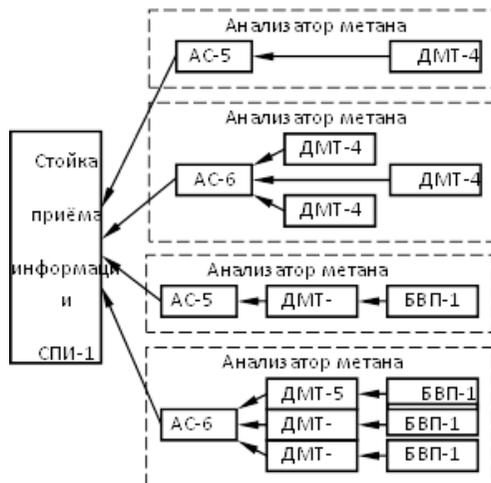


Рис. 5.1. Блок-схема комплекса «Метан»

Комплекс «Метан» (рис. 5.1) состоит из анализаторов метана АТ1-1, АТ3-1, АТВ-1, АТВ-3 и стойки СПИ-1 для приема информации.

Анализатор АТ1-1 состоит из термокаталитического датчика ДМТ-4 и сигнализатора АС-5. Он обеспечивает:

- непрерывный контроль концентрации метана в месте установки датчика;
- представление информации на показывающих приборах датчика ДМТ-4;
- формирование команд на автоматическое отключение электроэнергии при достижении предельно допустимой концентрации метана;
- световую сигнализацию датчика ДМТ-4;
- световую и звуковую сигнализацию сигнализатора АС-5;
- формирование стандартной телемеханической информации и передачу ее через любые системы телемеханики или по свободным проводам диспетчеру;
- телефонную связь между датчиком ДМТ-4, сигнализатором АС-5 и стойкой СПИ-1.

Сигнализатор АС-5 питает датчик ДМТ-4, принимает от него сигналы на формирование команд на отключение электроэнергии контролируемого объекта, включает местную звуковую и световую аварийную сигнализацию, формирует сигналы телеизмерения. Датчик устанавливается в верхней части выработки.

Анализатор АТ3-1 состоит из сигнализатора АС-6 и трех термокаталитических датчиков ДМТ-4. Он отличается от анализатора АТ1-1 тем, что одновременно контролирует концентрацию метана в трех пунктах, которые могут находиться на расстоянии до 2 км от сигнализатора АС-6. Работа каждого из трех датчиков соответствует работе датчика в анализаторе АТ1-1. Сигнал телеизмерения на указывающий прибор сигнализатора АС-6 выдается только от одного из трех датчиков.

Анализаторы АТВ-1 и АТВ-3 отличаются от анализаторов АТ1-1 и АТ3-1 тем, что их преобразовательные элементы вынесены из корпуса датчика и расположены в отдельном блоке, который соединен с датчиком отрезком кабеля длиной до 30 м. Такое конструктивное исполнение позволяет устанавливать выносной

блок в местах слоевых скоплений метана в очистных и подготовительных выработках угольных шахт. Анализатор АТВ-1 состоит из сигнализатора АС-5, датчика ДМТ-5, выносного блока БВП-1. Он выполняет функции, аналогичные анализатору АТ1-1. Анализатор АТВ-3 состоит из сигнализатора АС-6, трех датчиков ДМТ-5, трех выносных блоков БВП-1. Он выполняет функции, аналогичные анализатору АТВ-1. Анализаторы АТВ-1, АТВ-3 используются в очистных выработках, проветриваемых вентиляционными струями с подсвежением и в забоях подготовительных выработок, проводимых буровзрывным способом. Наличие выносного блока чувствительных элементов позволяет в последнем случае устанавливать датчик ДМТ-5 в нише на расстоянии 30 м от забоя при расположении выносного блока БВП-1 на первой (от забоя) раме крепи.

Стойка СПИ-1 предназначена для приема и регистрации телеметрической информации и аварийной сигнализации от анализаторов метана. Она обеспечивает прием информации от 10 анализаторов АТ3-1 или АТВ-3, 12 анализаторов АТ1-1 или АТВ-1 и восьми комплексов «Воздух».

К каждому каналу телеизмерения подключено телефонное гнездо для связи с абонентами, находящимися у сигнализаторов и датчиков. Стойки оборудованы шестью самопишущими приборами, двумя двенадцатиканальными измерительными приборами, 50 приемниками ТС, на выходе которых установлены 500 сигнальных лампочек.

Правила установки датчиков метана в горных выработках шахты

Датчики метана в соответствии с требованиями правил безопасности располагаются:

- в призабойном пространстве тупиковой выработки на расстоянии 3–5 м от забоя;
- в исходящей струе тупиковой выработки – на расстоянии 10–20 м от устья последней;
- у ВМП с электрическими двигателями (для шахт, опасных по внезапным выбросам угля и газа) – на расстоянии не менее 10 м, от вентилятора со стороны забоя тупиковой выработки; в 5–10 м в сторону забоя при расположении ВМП в выработке с исходя-

щей струёй; не более 5 м от всаса ВМП со стороны подхода вентиляционной струи при последовательном проветривании подготовительных выработок;

- у передвижной высоковольтной подстанции – на расстоянии 10–15 м от подстанции в сторону забоя под кровлей на стороне, противоположной вентиляционному трубопроводу;

- у распределителя на промштреке при щитовой системе разработки, на расстоянии 10–15 м от распределителя в сторону углеспускных печей;

- в исходящей струе очистной выработки – на вентиляционном штреке в 10–20 м от сопряжения его с очистным забоем, просеком или печью, в случае спаренных лав с общей исходящей струёй или при схемах проветривания участков с подсыжением исходящей струи – в лаве на расстоянии не более 15 м от окна;

- в исходящей струе очистной выработки при щитовой системе разработки с буровзрывным способом выемки угля – на входной сбойке в 3 м от входной печи и на вентиляционном штреке в 3–5 м от забоя расщетки;

- в местах сопряжения очистных выработок с участками вентиляционных штреков (бремсбергов), оставляемых в выработанном пространстве для отвода метана, при системе разработки длинными столбами по простиранию – у стенки штреков со стороны второй дороги;

- в исходящих струях выемочных участков – в начале вентиляционного штрека в 10–20 м от сопряжения его с ходком, уклоном, бремсбергом, промежуточным квершлагом, скатом и т. п.;

- в поступающих струях выемочных участков – в 10–20 м от места входа струи на участок;

- в поступающих струях очистных выработок – между лавой и распределителем на расстоянии не более 50 м от лавы; при нисходящем проветривании – на расстоянии не более 5 м от лавы; при последовательном проветривании – в лаве на расстоянии не более 15 м от окна;

- в выработках с исходящей струёй – за пределами выемочных участков в 10–20 м от сопряжения их с вентиляционными штреками участков (по ходу струи);

- перед центральными подземными подстанциями – на расстоянии не более 50 м от сопряжения выработки с вентиляционным штреком ближнего к ЦПП участка;
- в перекачных камерах водоотлива;
- перед камерами, оборудованными масляными выключателями РВД-6 в исполнении РП в 10–20 м от камеры в сторону забоя.

При сооружении вертикальных стволов, переведенных на газовый режим, датчики метана устанавливаются: под нижним этажом проходческого полка или под промежуточным полком; под нулевой рамой, а в стволах, имеющих вентиляционные каналы – в 1,5–2,0 м ниже канала.

Аппарат сигнализации устанавливается обычно на распределительном пункте лавы или в подземной подстанции. Сирена устанавливается в месте, где наиболее вероятно нахождение людей. Стойка приемников телеизмерения размещается в помещении горного диспетчера или в отдельном помещении рядом с диспетчерской. При контроле максимального содержания метана датчик метана располагается с противоположной по отношению к вентиляционному воздухопроводу стороны выработки и подвешивается по возможности ближе к кровле. Для контроля содержания метана в исходящей струе очистной выработки датчик подвешивается у стенки выработки (примерно посередине ее высоты), противоположно боковой полосе (лаве), а при щитовой системе разработки с буровзрывной выемкой – у кровли входной сбойки и кровли вентиляционного штрека. В поступающих струях очистных выработок при нисходящем проветривании датчик размещается в верхней части сечения выработки на стороне, противоположной лаве. Подвеска датчика во всех случаях осуществляется таким образом, чтобы воздушный поток омывал его со стороны, противоположной лицевой панели, или сбоку.

Пределы срабатывания стационарной аппаратуры

В зависимости от места установки датчиков аппаратура должна быть настроена на отключение электроэнергии при следующих значениях объемного содержания метана:

- в призабойных пространствах тупиковых выработок – 2 %;

- в исходящих струях тупиковых выработок и вертикальных стволов; у передвижных электрических подстанций, устанавливаемых в тупиковых выработках; в выработках с исходящей струёй воздуха за пределами выемочных участков у сопряжений с вентиляционными штреками; в выработках с исходящей струёй воздуха за пределами выемочных участков перед ЦПП – 1 %;
- в поступающих струях очистных выработок и выемочных участков, а также перед ВМП с электродвигателями – 0,5 %;
- в исходящих струях очистных выработок и выемочных участков – 1,3.

Принцип работы комплекса “Метан”

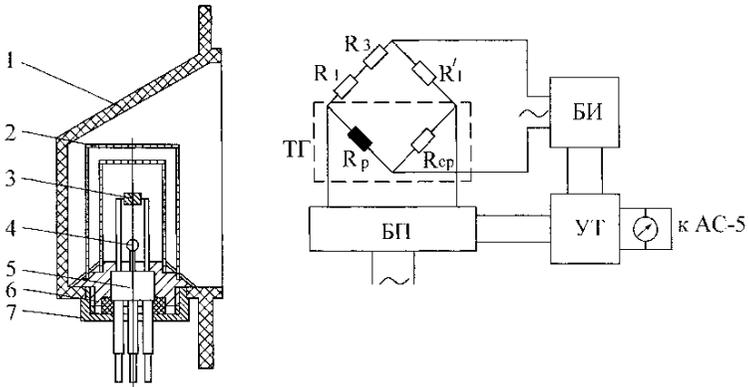


Рис. 5.2

Измерительным элементом в аппаратуре "Метан" является датчик метана ДМТ-4, который выполняет роль первичного преобразователя концентрации метана в пропорциональную электрическую величину (рис. 5.2). Он состоит из рабочего 3 и сравнительного 4 элементов, расположенных в корпусе 1. Оба элемента находятся в общей камере сгорания 2, что исключает влияние изменения параметров окружающей среды на точность показаний. Рабочий и сравнительный элементы представляют собой цилиндры из активной окиси алюминия с намотанными на них спиралями из платиновой проволоки. На поверхность рабочего элемента нанесен слой платины и палладия. Концы платиновых спира-

лей приварены к выводным шпилькам колодки 5, которая закреплена в обойме 6 специальной гайкой 7.

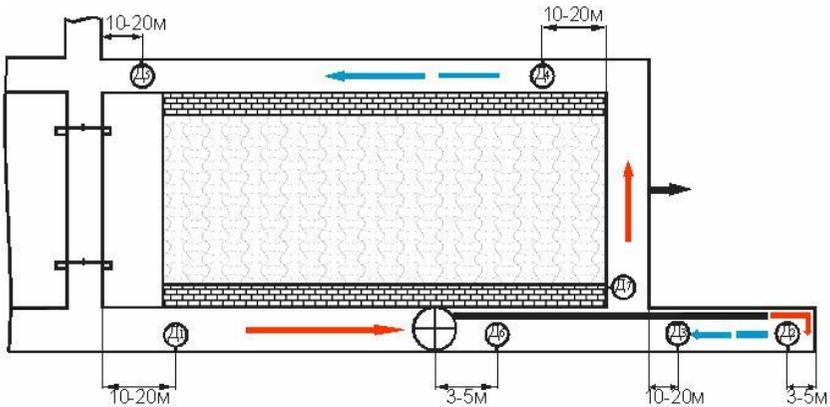


Рис. 5.3. Схемы размещения датчиков газа метан

Контрольные вопросы:

1. Для чего предназначен комплекс аппаратуры "Метан"?
2. Устройство комплекса "Метан".
3. Устройство АТ1-1, какие функции выполняет?
4. В чем отличие АТ1-1 от АТ3-1?
5. Дайте общую характеристику анализаторам типа АТВ.
6. Что такое СПИ-1, назначение, где место размещается?
7. ДМТ-4, что это такое, конструкция?
8. При какой температуре происходит сжигание метана на поверхности платино-палладиевого катализатора?
9. Правила установки датчиков метана по горным выработкам шахты.
10. Пределы срабатывания стационарной аппаратуры.

Лабораторная работа № 6
Организация работ по обеспыливанию воздуха
 Количество часов – 4

Цель работы – ознакомиться мероприятиями по очистке воздуха от пыли, получить навыки по определению параметров при применении различных способов обеспыливания воздуха.

1. Комплекс обеспыливающих мероприятий в очистном забое
Исходные данные:

Таблица 6

№	Параметры	Услов. обознач.	Вариант № 1	Вариант № 2	Вариант № 3
1	Длина очистного забоя, м	L_1	180	160	170
2	Расстояние между скважинами, м	L_c	25	20	15
3	Средняя плотность угля, т/м ³	γ	1,71	1,72	1,75
4	Мощность пласта, м	H	1,1	1,2	1,3
5	Удельный расход жидкости при нагнетании воды в пласт, л/т	g_1	25	24	26
6	Суточная нагрузка на забой, т	A_c	650	560	600
7	Тип комбайна		1K101	1K101	1K101
8	Захват комбайна, м	H_k	0,8	0,8	0,8
9	Производительность комбайна, т/мин	P_k	1,2	1,2	1,2
10	Тип насосной установки		УНВ-2	УНВ-2	УНВ-2
11	Удельный расход жидкости при орошении на комбайне, л/т	g_2	30	30	30
12	Удельное пылевыделение шахтопласта, г/т	$g_{пл}$	150	120	140
13	Глубина герметизации скважин, м	L_r	6,5	6,5	6,5

№	Параметры	Услов. обознач.	Вариант № 1	Вариант № 2	Вариант № 3
14	Количество воздуха, проходящего по забою, м ³ /мин	ω	500	550	600
15	Скорость движения воздуха в очистном забое, м/с	V	1,5	1,6	1,4
16	Показатель приведенной степени измельчения, м/с	K_m	0,07	0,07	0,07
17	Показатель, учитывающий изменение удельного пылевыведения	K_n	1.4	1,4	1,4
18	Удельный расход воды для очистки воздуха от пыли, л/м ³ воздуха	g_3	0,06	0,06	0,06
19	Удельный расход воды на погрузочном пункте, л/м	g_1	5	5	5
20	Максимальный размер частиц пыли, витающей в воздухе, мкм	d	60	50	40
21	Эффективность увлажнения угля в массиве, в долях	ε_1	0,59	0,56	0,58
22	Эффективность орошения на комбайне, в долях	ε_2	0,83	0,84	0,85

1.1. Предварительное увлажнение угля в массиве через скважины, пробуренные из подготовительных выработок

Для бурения скважин используется буровая установка БЖ45-100Э, позволяющая бурить скважины диаметром 45 мм и длиной до 100 м.

Так как бурение скважин будет осуществляться из вентиляционного и откаточного штреков, длину скважин определяем из выражения

$$L_{\text{СКВ}} = \frac{L_1}{2} - 15, \quad (6.1)$$

$$L_{\text{СКВ}} = \frac{180}{2} - 15 = 75 \text{ м}$$

где L_1 – длина очистного забоя, м.

Скважины бурят посредине мощности пласта. Расстояние между скважинами принимается равным 10–30 м.

Количество жидкости $Q_{\text{СКВ}}$ м³, которое необходимо подавать в скважину, определяется по формуле

$$Q_{\text{СКВ}} = \frac{1,1 \cdot L_{\text{СКВ}} \cdot L_c \cdot \gamma \cdot H \cdot g_1}{1000}, \quad (6.2)$$

$$Q_{\text{СКВ}} = \frac{1,1 \cdot 75 \cdot 20 \cdot 1,71 \cdot 1 \cdot 25}{1000} = 70,5 \text{ м}^3$$

где $L_{\text{СКВ}}$ – длина скважины, м;

L_c – расстояние между скважинами, м;

γ – средняя плотность угля, т/м³;

g_1 – удельный расход жидкости, л/т;

H – мощность пласта, м.

Продолжительность нагнетания жидкости в скважину $T_{\text{н}}$ часов определяем из выражения

$$T_{\text{н}} = \frac{Q_{\text{СКВ}}}{g_{\text{н}}}, \quad (6.3)$$

$$T_{\text{н}} = \frac{70,5}{30} = 2,3 \text{ ч}$$

где $Q_{\text{СКВ}}$ – количество жидкости, нагнетаемое в скважину, м³;

$g_{\text{н}}$ – темп нагнетания, м³/ч.

Темп нагнетания принимаем равным производительности насосных установок. Для насоса УВН-2 – 30 л/мин.

Продолжительность бурения скважины:

$$T_{\text{бур}} = \frac{L_{\text{СКВ}}}{V_{\text{б}}}, \quad (6.4)$$

$$T_{\text{бур}} = \frac{75}{7,5} = 10$$

где $V_6 = 7,5$ м/ч – применяемая скорость бурения скважины бурильной установкой БЖ45-100Э.

Расстояние между первой скважиной и плоскостью очистного забоя определяем из выражения:

$$L_3 = T \cdot v_0 + 15, \quad (6.5)$$

$$L_3 = 12.3 \cdot 2.6 + 15 = 47 \text{ м}$$

где T – продолжительность бурения и нагнетания в нее жидкости, ч;
 v_0 – средняя скорость подвигания очистного забоя, м/сут.

$$T = T_{\text{бур}} + T_{\text{н}}, \quad (6.6)$$

$$T = 10 + 2,3 = 12,3$$

$$v_0 = \frac{A_c}{H_k \cdot H \cdot \gamma \cdot L_1}, \quad (6.7)$$

$$v_0 = \frac{650}{0,8 \cdot 1 \cdot 1,71 \cdot 180} = 2,6 \text{ м}$$

где A_c – суточная нагрузка на забой, т/сут;

H_k – захват комбайна, м.

Для повышения эффективности предварительного увлажнения угля в массиве к воде необходимо добавить смачиватель ДБ в концентрации 0,2 %.

1.2. Предварительное увлажнение угля в массиве через скважины, пробуренные из очистного забоя

Необходимую длину скважины определяем из выражения:

$$L_{\text{необ.скв.}} = L_{\Gamma} + L_{\text{нед}}, \quad (6.8)$$

$$L_{\text{необ.скв.}} = 6,5 + 15,8 = 22,3 \text{ м}$$

где L_{Γ} – глубина герметизации скважин, м;

$L_{\text{нед}}$ – недельное подвигание лавы, м.

$$L_{\text{нед}} = \frac{6 \cdot A_c}{H_k \cdot H \cdot \gamma \cdot L_1}, \quad (6.9)$$

$$L_{\text{нед}} = \frac{650}{0,8 \cdot 1 \cdot 1,71 \cdot 180} = 15,8 \text{ м}$$

где A_c – суточная нагрузка на забой, т/сут;

H_k – захват комбайна, м;

H – вынимаемая мощность пласта, м;

γ – средняя плотность угля, т/м³;

L_1 – длина очистного лавы, м.

Количество жидкости Q_c м³, которое необходимо подать в скважину, определим по формуле

$$Q_c = \frac{1,1(L_{\text{необ.скв.}} - L_T)L_c \cdot H \cdot g_1 \cdot \gamma}{1000} \quad (6.10)$$

$$Q_c = \frac{1,1 \cdot 15,8 \cdot 26 \cdot 1 \cdot 25 \cdot 1,71}{1000} = 19,3 \text{ м}^3$$

Продолжительность нагнетания жидкости в скважину T'_H ч определим по формуле

$$T'_H = \frac{Q_c}{g_H} \quad (6.11)$$

$$T'_H = \frac{19,3}{30} = 0,6 \text{ ч}$$

Q_c – количество жидкости, нагнетаемое в скважину, м³;

g_H – темп нагнетания, м³/ч.

1.3. Орошение при работе выемочного комбайна

Расход воды Q_3 л/мин, используемый для орошения на комбайне, определили из выражения

$$Q_3 = P_k \cdot g_2 \quad (6.12)$$

$$Q_3 = 1,2 \cdot 25 = 30 \text{ л/мин}$$

где P_k – производительность комбайна, т/мин;

g_2 – удельный расход воды, л/т.

Суточный расход воды на орошение составит

$$Q_c = A_c \cdot g_2 \quad (6.13)$$

где A_c – суточная добыча угля из забоя, т/сут.

1.4. Обеспыливание на погрузочном пункте очистного забоя

Подавление пыли, образующейся в месте пересыпа угля из забойного конвейера на штрековый, осуществляется с помощью конусных оросителей с углом раствора факела 75° . Для данных условий удельный расход воды должен составлять 5 л/т.

Суточный расход воды $Q_{\text{сут}}$ л для орошения на погрузочном пункте составит

$$Q_{\text{сут}} = A_c \cdot g_4 \quad (6.14)$$

$$Q_{\text{сут}} = 650 \cdot 5 = 3250 \text{ л}$$

где A_c – суточная добыча угля из забоя, т/сут;
 g_4 – удельный расход воды, л/т.

1.5. Обеспыливание вентиляционной струи, исходящей из очистного забоя

Для обеспыливания вентиляционной струи и снижения пылеотложения на вентиляционном штреке в 10–20 м от выхода из очистного забоя устанавливается однорядная водяная завеса.

Расход воды составит

$$Q = \omega \cdot g_3 \quad (6.15)$$

$$Q = 400 \cdot 5 = 2000 \text{ л/мин}$$

где ω – количество воздуха, проходящего через очистной забой и водяную завесу, м³/мин;

g_3 – удельный расход воды для очистки воздуха от пыли, л/м³.

Применение увлажнения угля в массиве и орошения при работе комбайна позволит обеспечить остаточную запыленность воздуха на уровне

$$C_{\text{ост}} = \frac{1000 \cdot g_{\text{пл}} \cdot V \cdot 16,7 \cdot K_M \cdot K_P \cdot P_K}{\omega} \cdot K_D \cdot K_V \cdot K_C \quad (6.16)$$

$$C_{\text{ост}} = \frac{1000 \cdot 130 \cdot 1,9 \cdot 16,7 \cdot 0,08 \cdot 1,4 \cdot 1,2}{400} \cdot 1,34 \cdot 1,1 \cdot 0,38 = 776,3$$

где $g_{\text{пл}}$ – удельное пылевыведение шахтопласта, г/т;

V – скорость движения воздуха в очистном забое, м/с;

ω – количество воздуха, проходящего по забою, м³/мин;

K_m – показатель приведенной степени измельчения;

K_p – показатель, учитывающий изменение удельного пылевыведения в зависимости от компоновки комбайна;

K_d – коэффициент, учитывающий верхний предел крупности пыли, ($K_d=1,34$);

K_v – коэффициент, учитывающий влияние скорости движения воздуха (определяется по графику, для данных условий $K_v = 1,1$);

K_c – коэффициент, учитывающий наличие обеспыливающих мероприятий:

$$K_c = (1 - \varepsilon_1)(1 - \varepsilon_2) \quad (6.17)$$

$$K_c = (1-0,58)(1-0,84)=0,38$$

где ε_1 – эффективность увлажнения угля в массиве, доли;

ε_2 – эффективность орошения на комбайне, доли.

Контрольные вопросы:

1. Чем опасна пыль для человека?
2. Взрывчатые и горючие свойства пыли.
3. Борьба с пылью средствами вентиляции.
4. Способы обеспыливания воздуха с помощью предварительного увлажнения.
5. Расчет параметров увлажнения.

Лабораторная работа № 7 **Измерение скорости движения воздуха** **в горных выработках** Количество часов – 4

Цель работы: – ознакомиться с приборами и методами замера скорости движения воздуха в горных выработках.

1. Назначение и устройство анемометров.

Для измерения средней скорости движения воздуха в горной выработке применяются анемометры. Различают крыльчатые, чашечные и электронные анемометры. Крыльчатый анемометр (рис. 7.1, а) состоит из крыльчатки 1, размещенной в металличе-

ском корпусе 2, с рукояткой 3 и счетного механизма с циферблатом 4 и арретиром 5.

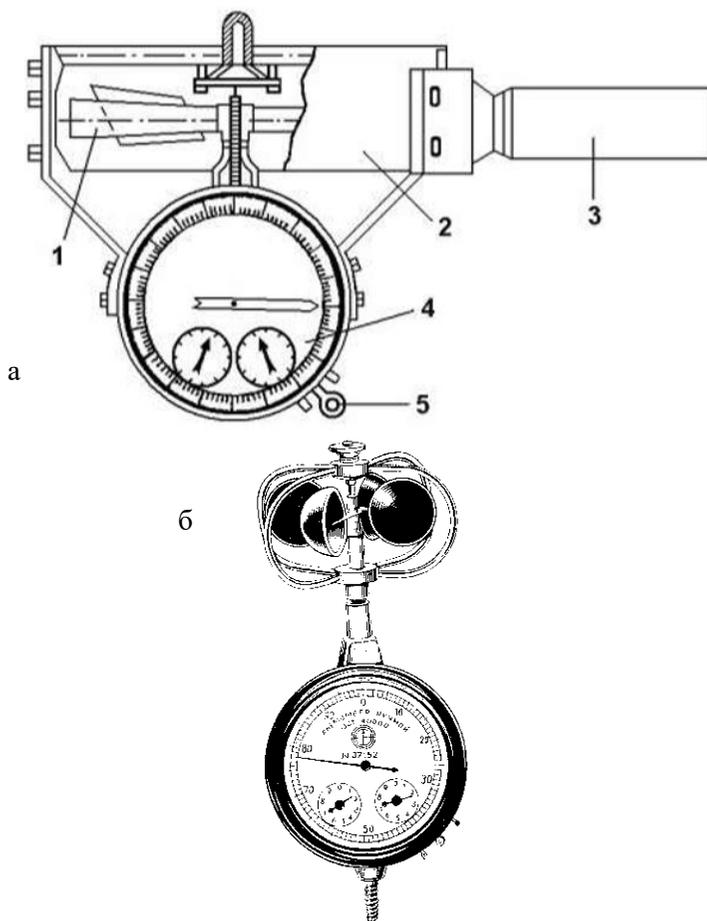


Рис. 7.1. Общий вид крыльчатого и чашечного анемометра

2. Порядок работы с анемометром.

Измерение скорости движения воздуха анемометром осуществляется следующим образом. С помощью арретира выключают передаточный механизм и записывают начальное показание счетчика по трем шкалам. Анемометр помещают в воздушный

поток. Крыльчатый анемометр должен быть установлен так, чтобы крыльчатка была направлена навстречу потоку и ее ось совпала с направлением движения воздуха. Чашечный анемометр (рис. 7.1, б) устанавливают вертикально в воздушном потоке, т.е. ось крестовины с чашками должна быть перпендикулярна направлению движения воздуха. Через 10–15 с, т.е. после того, как скорость вращения ветроприемника установится, одновременно с включением счетчика засекают время и по истечении некоторого промежутка времени (не менее 100 с) счетчик анемометра выключают. Записывают конечное показание счетчика, вычисляют разность между конечным и начальным отсчетами. Делением разности конечного и начального отсчетов на время замера определяют число делений счетчика (оборотов крыльчатки) в 1 с. Скорость движения воздуха рассчитывают по тарифовочному графику, приложенному к анемометру. (Рис. 7.2)

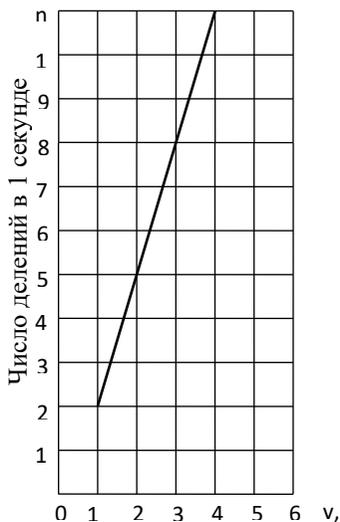


Рис. 7.2. График зависимости числа делений шкалы в секунду от скорости воздушного потока

Устройство и принцип работы анемометра АПР-2

Анемометр, (рис. 7.3) состоит из первичного преобразователя и измерительного блока с автономным источником питания.

Работа анемометра основана на тахометрическом принципе преобразования скорости воздуха в электрический сигнал. Крыльчатка первичного преобразователя вращается с угловой скоростью, линейно зависящей от скорости набегающего воздушного потока.

При этом на выходе первичного преобразователя формируется последовательность импульсов напряжения, частота которых пропорциональна угловой скорости крыльчатки. По суммарному количеству импульсов, поступившему в измерительный блок, вычисляется средняя за время замера скорость воздушного потока, а результат индицируется на цифровом табло. Время замера не фиксировано, а выбирается оператором в процессе измерений в пределах.



Рис. 7.3

Анемометр имеет два органа управления:

- выключатель, который одновременно включает питание прибора и подает команду на начало замера;
- кнопку, нажатием которой подается команда на окончание замера и производство вычисления средней скорости с последующей индикацией результата измерения на цифровом табло.

Первичный преобразователь размещен в корпусе, отлитом из ударопрочной пластмассы, и закреплен на телескопической штанге, внутри которой расположен спиральный соединительный кабель.

Корпус измерительного блока отлит из ударопрочной пластмассы. В нем размещены электронная схема, смонтированная на трех печатных платах, источник питания, органы управления, цифровой индикатор и телескопическая штанга с первичным преобразователем. В нерабочем положении штанга складывается, а первичный преобразователь вдвигается в нишу корпуса, что предохраняет его от случайных механических повреждений.

Порядок работы

- Измерение скорости движения воздуха должно производиться в следующем порядке.
- Извлечь первичный преобразователь из корпуса.
- Внести первичный преобразователь в точку замера так, чтобы ось крыльчатки была параллельна направлению скорости воздушного потока.
- Включить тумблер питания и выждать время, необходимое для производства замера.
- По истечении времени замера, кратковременно нажать кнопку на его лицевой панели, отсчитать результат измерения по цифровому табло и выключить тумблер питания.
- Измерения скорости движения воздуха в горных выработках шахт должны проводиться в соответствии с "Правилами безопасности в угольных и сланцевых шахтах".

Измерение средней скорости воздуха в выработках в различных точках поперечного сечения горной выработки скорость движения воздуха неодинакова, поэтому анемометр необходимо равномерно перемещать по пути, указанному на рисунке 7.4.

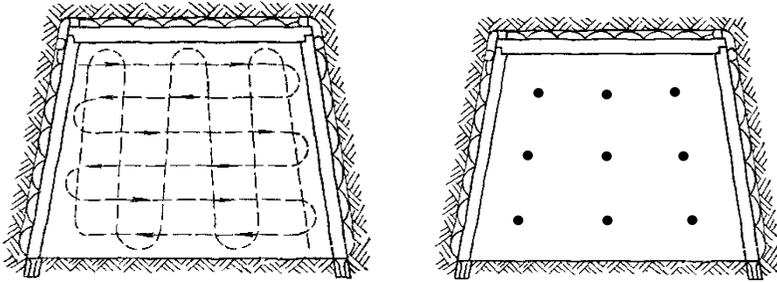


Рис. 7.4. Схема перемещения анемометра в поперечном сечении выработки при замере средней скорости движения воздуха

Среднюю скорость движения воздуха по сечению выработки можно производить следующими способами: «перед собой», «в сечении» и на расстоянии 1,5–2 м от сечения, в котором находится замерщик (замер анемометром, укрепленным на шесте). При замере способом «перед собой» замерщик повернут лицом навстречу потоку воздуха и, перемещаясь по сечению выработки, водит анемометр на вытянутой руке в плоскости замерного сечения. Замер способом «перед собой» может производиться при высоте выработки в свету не более 2 м. При замере способом «в сечении» замерщик и анемометр находятся в одном и том же сечении выработки (в одной плоскости, перпендикулярной скорости воздушного потока).

Средняя поправка K в зависимости от сечения выработки для способа замера «в сечении»

Таблица 7

$S, \text{ м}^2$	8	7	6	5	4	3	2
K	0,95	0,943	0,937	0,92	0,9	0,867	0,8

Поправочный коэффициент также можно вычислить по формуле:

$$K = (S - 0,4) / S, \quad (7.1)$$

где S – площадь поперечного сечения выработки, м^2 ;
 $0,4$ – площадь миделева сечения, м^2 .

Таблица 8 – Журнал для регистрации результатов измерения скорости движения воздуха анемометром

№ п/п	Отсчеты по шкалам анемометра			Продолжительность замера, с	Число делений в одной секунде	Измеренная скорость, м/с	Средняя скорость, м/с	Поправочный коэффициент	Истинная скорость воздуха в выработке, м/с	Сечение выработки, м ²	Расход воздуха в выработке, м ³ /с
	Начальный	Конечный	Разность								
1	2	3	4	5	6	7		8	9	10	11
Способ «перед собой»											
1											
2											
3											
Способ «в сечении»											
1											
2											
3											

Контрольные вопросы:

1. Устройство крыльчатого анемометра, пределы измерений.
2. Устройство чашечного анемометра, пределы измерений.
3. Устройство и принцип работы анемометра АПР-2.
4. Порядок измерения скорости воздуха анемометром.
5. Сущность точечного способа замера.

6. Замер средней скорости движения воздуха по сечению способом «перед собой».

7. Замер средней скорости движения воздуха по сечению способом «в сечении».

Лабораторная работа № 8

Расчет сланцевых и водяных заслонов

Количество часов – 2

Цель работы: изучение устройства водяных и сланцевых заслонов, приобретение навыков по расчету сланцевых и водяных заслонов.

Расчет сланцевого заслона

Согласно «Инструкции по предупреждению и локализации взрывов угольной пыли» количество инертной пыли в заслоне определяется из расчета 400 кг на 1 м³ площади поперечного сечения выработки в свету в месте установления заслона. Сланцевые заслоны должны состоять из полок шириной не менее 250 мм и не более 500 мм. Расстояние между полками должно быть не менее ширины полок. Длина сланцевого заслона должна быть не менее 20 м.

Количество инертной пыли для сланцевого заслона определяется по формуле:

$$Q=400S_{св}, \text{ кг} \quad (8.1)$$

Где $S_{св}$ – площадь поперечного сечения выработки в свету в месте установки заслона, м².

Количество пыли на одной полке определяется по формуле:

$$Q_{п} = \frac{b^2(3l-b)d}{12} \tan \varphi, \text{ кг} \quad (8.2)$$

Где b – ширина полки, дм;

l – длина полки, дм;

d – плотность инертной пыли, кг/дм³;

φ – угол естественного откоса пыли, град. Для глинистого сланца $\varphi=34^\circ$.

Высота пыли на полке определяется по формуле:

$$h = \frac{b}{2} \tan \varphi, \text{ мм} \quad (8.3)$$

Число полок в сланцевом заслоне будет равно:

$$n = \frac{Q}{Q_n}, \text{ штук.} \quad (8.4)$$

Длина сланцевого заслона определяется по формуле

$$L = (2n - 1)c, \text{ м,} \quad (8.5)$$

где c – расстояние между полками заслона, м

Расчет водяного заслона

Согласно «Инструкции по предупреждению и локализации взрывов угольной пыли» количество воды в заслоне определяется из расчета 400 л на 1 м^3 площади поперечного сечения выработки в свету в месте установки заслона. Основные водяные заслоны должны устраиваться из ряда сосудов не более 80 л каждый. Расстояние между сосудами должно быть не менее 500 мм. Общая длина заслона должна быть не менее 30 м.

Количество воды для водяного заслона определяется по формуле.

$$Q_B = 400Sc_B, \text{ кг} \quad (8.6)$$

Учитывая испарение воды и перекося сосудов, количество воды принимается на 10% больше. тогда общий расход воды на заслон составит

$$Q'_B = 1.1Q_B, \text{ л} \quad (8.7)$$

Объем водяного сосуда можно определить по формуле

$$V_C = \frac{A+B}{2} hl, \text{ л} \quad (8.8)$$

где A и B – ширина соответственно верхнего и нижнего основания сосуда, дм;

h – высота сосуда, дм;

l – длина сосуда, дм.

Количество сосудов в водяном заслоне можно определить по формуле

$$n_C = \frac{Q'_B}{V_C}, \text{ шт} \quad (8.9)$$

Сосуды в заслоне могут устанавливаться в один или два ряда. Если сосуды в заслоне установлены в один ряд, то длина заслона составит

$$L = n_c A + (n_c - 1)c, \text{ м} \quad (8.10)$$

Если сосуды устанавливаются в два ряда, то длина заслона составляет

$$L = \frac{n_c}{2} A + \frac{n_c - 1}{2} c, \text{ м} \quad (8.11)$$

Пример 1. Рассчитать заслон для выработки сечением в свету $S_{св} = 8,4 \text{ м}^2$.

Решение: определяем необходимое количество инертной пыли в заслоне

$$Q = 400 S_{св} = 400 * 8,4 = 3360 \text{ кг}$$

Принимаем ширину полки $b = 5 \text{ дм}$, длину полки $l = 20 \text{ дм}$, плотность пыли на полках $d = 0,9 \text{ кг/дм}^3$ и определяем количество пыли на одной полке

$$Q_{п} = \frac{b^2(3l - b)d}{12} \tan \varphi = \frac{5^2(3 * 20 - 5)0,9}{12} \tan 34^\circ = 69 \text{ кг}$$

Высота пыли на полке составит

$$h = \frac{b}{2} \tan \varphi = \frac{500}{2} \tan 34^\circ = 167 \text{ мм.}$$

Определим число полок в заслоне

$$n = \frac{Q}{Q_{п}} = \frac{3360}{69} = 48,7 \text{ шт.}$$

Принимаем число полок в заслоне равным 49 шт.

Приняв расстояние между полками $c = 0,5 \text{ м}$, определим длину сланцевого заслона

$$L = (2n - 1)c = (2 * 49 - 1)0,5 = 48,5 \text{ м,}$$

Что соответствует требованиям ($L < 20 \text{ м}$).

Пример 2. Рассчитать водяной заслон для выработки сечением в свету $S_{св} = 6,5 \text{ м}^2$

Решение. Определим необходимое количество воды в заслоне

$$Q=400S_{св}=400*6,5=2600\text{л}$$

С учетом испарения и перекоса сосудов количество воды в заслоне составит

$$Q_b=1.1Q_b= 1,1*2600 = 2860 \text{ л.}$$

Принимаем водяные сосуды для заслона трапециевидной формы. Размеры водяного сосуда показаны на рис 3

Объём такого сосуда будет равен

$$V_c = \frac{A + B}{2} hl = \frac{3 + 1.5}{2} 2.5 * 1.4 = 78 \text{ л}$$

Определим количество водяных сосудов в заслоне

$$n_c = \frac{Q'_b}{V_c} = \frac{2860}{78} = 36,6 \text{ шт.}$$

Принимаем количество сосудов в заслоне равным 37 шт.

Сосуды в заслоне устанавливаем в один ряд, а расстояние между ними принимаем $c=0,6$ м, тогда длина водяного заслона составит

$$L = n_c c + (n_c - 1)c = 37 * 0.3 + (37 - 1)0.6 = 32.7 \text{ м.}$$

$L < 30\text{м}$, что соответствует требованиям

Таблица 9

Задание для выполнения:

№ варианта	Тип выработки	Сечение выработки, м ³	Форма сечения выработки
1	Конвейерный штрек	12,5	арочное
2	Конвейерный штрек	8,5	трапециевидное
3	Квершлаг	11,8	Арочное
4	Квершлаг	12,5	Арочное
5	Просек	10,6	Трапециевидное
6	Бремсберг	12,8	Арочное

№ варианта	Тип выработки	Сечение выработки, м ³	Форма сечения выработки
7	Уклон	10,2	Арочное
8	Просек	9,5	Трапецевидное
9	Вентиляционный штрек	9,6	Арочное
10	Уклон	11,6	Арочное

Контрольные вопросы:

1. Назначение водяных и сланцевых заслонов
2. Норма расхода сланцевой пыли и воды при расчетах
3. Устройство водяных и сланцевых заслонов
4. Длина водяного и сланцевого заслонов
5. Места установки водяных и сланцевых заслонов

Лабораторная работа № 9 **Изучение приборов и способов измерения давлений** **и депрессий в горных выработках**

Количество часов – 2

Цель работы: – ознакомление с аппаратурой, применяемой при аэродинамическом эксперименте, и основными приемами измерения параметров воздушного потока.

Приборы для измерения отдельных параметров воздушного потока состоят из собственно приемника давления или скорости, измерителя и линии связи между ними.

Микроманометры

Измерителями давления служат жидкостные манометры и микроманометры. В рудничной вентиляции широкое распространение получили U-образные жидкостные манометры и микроманометры типа ММН.

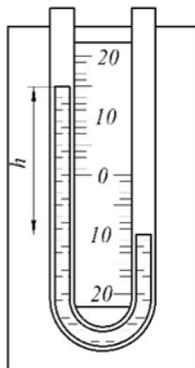


Рис. 9.1. U-образный жидкостный манометр

U-образный жидкостный манометр изготовлен из стеклянной U-образной трубки, которая заполнена до середины жидкостью – водой или спиртом.

К одному и второму коленам трубки подводят давления. Вес столба жидкости манометра уравнивает перепад давления

$$h\gamma_{\text{ж}} = \Delta P = P_1 - P_2 \quad (9.1)$$

Сделав отсчет по одному и второму коленам, получаем искомую разность давлений.

Жидкостный манометр, у которого диаметры трубок правого и левого колен сильно отличаются друг от друга, представлен на рис. 16.

Жидкостный манометр с уширенным коленом.

В таких приборах, нашедших широкое применение, необходимо сделать только один отсчет при измерении разности давления.

Наибольшее распространение при экспериментальных работах в рудничной аэродинамике получили микроманометры.

Жидкостный микроманометр (рис. 9.2) состоит из двух колен, одно из которых имеет изменяемый в определенных пределах наклон и значительно меньший диаметр. Как видно к широкому сосуду подведено большее давление, а меньшее – к подвижной измерительной трубке малого диаметра.

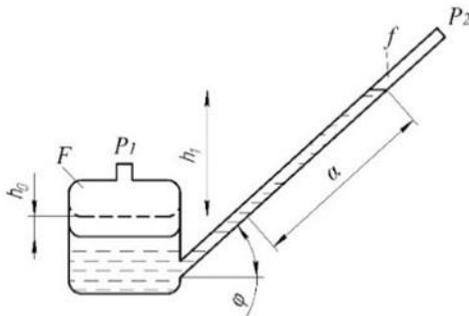


Рис. 9.2. Схема микроманометра

Обозначим площадь поперечного сечения измерительной трубки через f , а поперечное сечение сосуда – через F . Под действием разности давлений $h\gamma_{ж} = \Delta P = P_1 - P_2$ (где $P_1 > P_2$ и $\gamma_{ж}$ – удельный вес жидкости) уровень жидкости в трубке повысится на величину α от нулевого положения, а в широком сосуде уровень жидкости опустится на величину h_0 от начального (нулевого) положения, при этом объем жидкости, равный h_0F , перетечет в трубку и будет равен объему αf , т.е.

$$h_0F = \alpha f \quad (9.2)$$

Разность уровней в коленях будет равна:

$$h = h_0 + h_1 \quad (9.3)$$

где h_0 – вертикальная высота опускания жидкости в широком сосуде;

h_1 – вертикальная высота подъема жидкости в измерительной трубке.

Но

$$h_1 = \alpha \sin\phi, \quad (9.4)$$

и

$$h_0 = \alpha \frac{f}{F}. \quad (9.5)$$

Подставив вместо h_1 и h_0 их значения в предыдущее уравнение, получим:

$$h = \alpha \left(\sin\varphi + \frac{f}{F} \right). \quad (9.6)$$

Следовательно, искомая разность давлений

$$\Delta p = h\gamma_{\text{ж}} = \alpha \left(\sin\varphi + \frac{f}{F} \right) \gamma_{\text{ж}}. \quad (9.7)$$

Отсюда видно, что увеличение «масштаба» измерения есть отношение отсчитываемой на шкале прибора величины α к вертикальной высоте столба жидкости, уравнивающей измеряемую разность давлений,

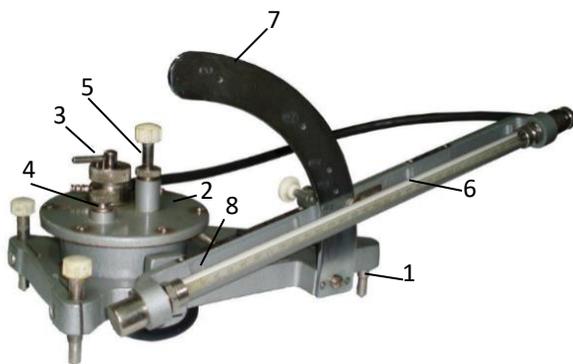
$$\frac{\alpha}{h} = \frac{1}{\sin\varphi + \frac{f}{F}}. \quad (9.8)$$

Чувствительность прибора будет тем больше, чем меньше отношение $\frac{f}{F}$ и чем меньше угол наклона φ . Отношение $\frac{f}{F}$ принимают меньше 0,01 при диаметре трубки 1,5–2 мм и более; наклон трубки обычно принимают $\sin\varphi = 0,1$ и более.

Микроманометр типа ММН

Общий вид прибора.

а)



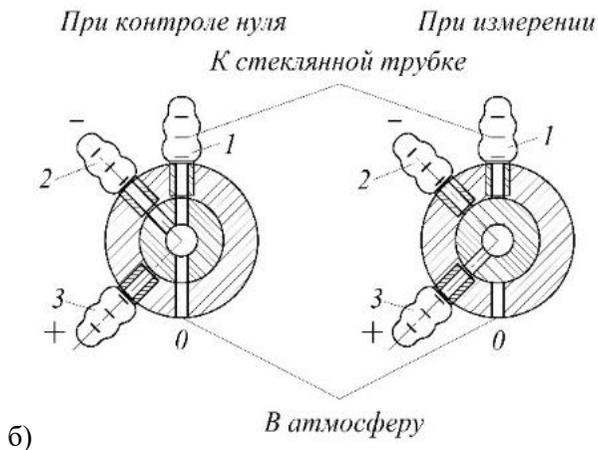


Рис. 9.3. Микроманометр ММН

На силуминовой плите 1 укреплен стальной штампованный резервуар 2. Сверху резервуар герметически закрыт крышкой на резиновой прокладке. На крышке укреплены трехходовой кран 3, заливочная пробка 4 и регулятор нулевого положения мениска 5, служащий для подгонки мениска спирта в измерительной трубке к нулевой риске шкалы. При помощи небольшой стойки к плите 1 крепится кронштейн с измерительной трубкой 6. Нижняя часть измерительной трубки через штуцер при помощи эластичной резиновой трубки сообщается с резервуаром 2, а верхний ее конец сообщается с трехходовым краном 3. Измерительная трубка 6 установлена так, что нулевая точка ее шкалы совпадает с осью вращения кронштейна.

Шкала измерительной трубки имеет длину 250 мм, и каждое деление ее соответствует 1 мм.

Для установки кронштейна с измерительной трубкой на требуемый угол наклона к плите 1 прикреплена дуга 7, имеющая пять отверстий с цифрами: 0,8; 0,6; 0,4; 0,3 и 0,2, обозначающими постоянный множитель прибора К.

Для установки микроманометра в строго горизонтальное положение на плите 1 установлены два уровня 8 с цилиндрическими ампулами. Заполнение прибора спиртом производится через отверстие в крышке, закрываемое пробкой 4, а опорожнение –

полное или частичное – через сливной кран, который укреплен на отводе в нижней части резервуара.

Каналы в трехходовом кране расположены таким образом, что при повороте его против часовой стрелки до упора резервуар и измерительная трубка сообщаются с атмосферой, а отверстия к штуцерам 1 и 3 перекрываются (рис. 9.3, б); при этом положении крана проверяется нуль прибора. При повороте крана по часовой стрелке до упора штуцер 3 сообщается с резервуаром, а штуцер 2 сообщается со штуцером 1 и через него с измерительной трубкой, при этом ведущее в атмосферу отверстие перекрывается.

При измерении прибором разрежений резиновая трубка, идущая от места замера, надевается на штуцер 2, а при измерении давлений – на штуцер 3.

При измерении прибором перепада плюсовая трубка надевается на штуцер 3, а минусовая – на штуцер 2.

Приемники давления

Измерение давления или скорости потока требует наличия двух приборов: микроманометра и насадки (приемника воздушного давления), которая помещается в поток.

Приемник статического давления называется статической трубкой, статическим насадком или зондом. Статическая трубка состоит из пустотелой цилиндрической трубки диаметром d , снабженной обтекаемым закрытым носком.

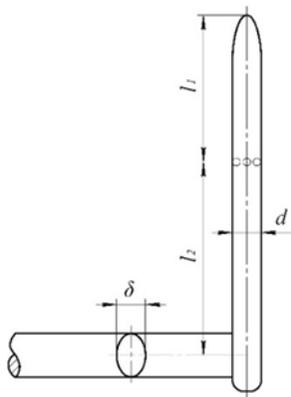


Рис. 9.4. Статический зонд

Эта трубка присоединена ко второй трубке-державке под прямым углом. Приемная трубка на расстоянии $l_1 \geq 3d$ имеет ряд отверстий, через которые давление передается к микроманометру. Расстояние от приемных отверстий до державки $l_2 \geq 8d$. Отклонение зонда от направления потока $\pm 8d$ не влияет на его показания.

Приемники полного и динамического напора называются воздухомерными трубками или пневмометрами.

Воздухомерная трубка, пневмометр, или приемник воздушного давления.

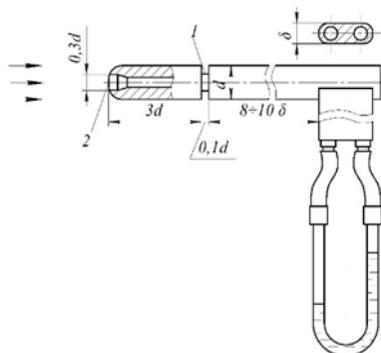


Рис. 9.5

Воздухомерная трубка (рис. 9.5) помещается в поток приемным элементом параллельно линиям тока. Вид воздухомерной трубки такой же, как и статического насадка, только в приемнике давления имеется в носке осевое отверстие 2, а державка трубки снабжена двумя патрубками, один из которых воспринимает полное давление (+), а второй – статическое давление (-).

Приемником статического давления служат кольцевая щель или боковые отверстия 1, а приемником полного напора – осевое отверстие 2. Точка 2 представляет собой точку полного торможения потока, так как микроманометр, присоединенный к воздухомерной трубке, запирает поток.

Через осевое отверстие 2, которое называется **отверстием полного напора** на поверхность жидкости, в широком резервуаре будет восприниматься полный напор потока, определяемый уравнением:

$$P_{\Pi} = P_{\text{ст}} + P_{\text{ск}} \quad (9.9)$$

где $P_{\text{ст}}$ – статическое давление;

$P_{\text{ск}}$ – скоростное (динамическое) давление.

Высота подъема уровня жидкости в измерительной трубке микроманометра связана со скоростным напором потока выражением:

$$\xi h \gamma_{\text{ж}} = P_{\Pi} - P_{\text{ст}} \quad (9.10)$$

где ξ – коэффициент прибора, близкий к единице;

h – вертикальная высота жидкости;

$\gamma_{\text{ж}}$ – удельный вес жидкости.

Так как

$$P_{\text{ск}} = \frac{\rho v^2}{2}, \quad (9.11)$$

где ρ – массовая плотность воздуха;

v – скорость потока;

то скорость потока будет равна:

$$v = \sqrt{\frac{2\xi h \gamma_{\text{ж}}}{\rho}} \quad (9.12)$$

Статическое давление можно измерять через отверстия в стенке тела. Ось отверстия должна быть перпендикулярна поверхности тела, отклонение ее на $\pm 5^0$ не вызывает заметной погрешности. В месте выхода отверстия наружу поверхность должна быть гладкой, без заусениц. Диаметр отверстия не меньше 0,2 мм.

Точность замеров скорости движения воздуха воздухомерной трубкой зависит от места установки трубки.

Контрольные вопросы:

1. Какие приборы для измерения давления применяются в шахте?
2. Устройство микроманометра ММН.
3. U – образный манометр, взятие отсчета, точность измерения и рабочая жидкость;
4. Приемники давления, устройство статического зонда
5. Устройство воздухомерной трубки;
6. Назначение приемников давления.

Лабораторная работа № 10
Определение коэффициента аэродинамического
сопротивления трения выработки

Количество часов – 2

Цель работы: – ознакомиться с методикой определения коэффициента аэродинамического сопротивления α и дать навык расчета коэффициента аэродинамического сопротивления.

Депрессия любого участка воздухопровода:

$$h = \alpha \cdot \frac{P \cdot L}{S^3} \cdot Q^2, \quad (10.1)$$

где α – коэффициент аэродинамического сопротивления;

P – периметр, м;

L – длина участка воздухопровода, м;

S – площадь сечения, м²;

Q – количество протекающего по участку воздуха.

Отсюда:

$$\alpha = \frac{h \cdot S^3}{P \cdot L \cdot Q^2}. \quad (10.2)$$

Следовательно, чтобы определить коэффициент аэродинамического сопротивления α выработки или трубопровода, необходимо измерить величины h , S , P , L и Q .

Работа выполняется на аэродинамической трубе.

При экспериментальном определении коэффициента аэродинамического сопротивления моделей горных выработок обращается внимание на правильный выбор длины входного, начального, рабочего, выходного участков и других параметров, обеспечивающих создание на рабочем участке установившегося турбулентного режима течения и получения надежных отсчетов измеряемых величин разности давлений.

Входной и начальный участки представляют собой разгонный участок аэродинамической трубы, где начинается и завершается развитие турбулентного профиля скоростей.

Длина входного участка при турбулентном режиме колеблется в пределах $10 \div 50$ калибров (калибром принято считать диаметр трубы).

Длина экспериментального (рабочего) участка при различных скоростях движения должна обеспечивать достаточную точность отсчетов по приборам во время замера депрессии.

Длина выходного участка должна быть выбрана таким образом, чтобы исключить влияние выхода потока из трубы на измерения в рабочем участке.

Работы по экспериментальному определению коэффициента аэродинамического сопротивления участка производятся в следующей последовательности:

1. Выбирают экспериментальный участок, на котором измеряют депрессию. Протяженностью 60–100 м, прямолинейный с постоянным сечением. Собирается схема.

2. Определяют площадь поперечного сечения и периметр экспериментального участка.

3. Измеряют депрессию экспериментального участка. Для этого устанавливают в начале и конце экспериментального участка воздухомерные трубки и присоединяют их резиновыми шлангами к микроманометру, устанавливаемому за II сечением (см. схему рисунке 10.1). Отсчеты по микроманометру для замера разности статических давлений $h_{ст}$ берут одновременно (синхронно) с отсчетами по микроманометру, которым определяют динамическое давление $h_{ск}$.

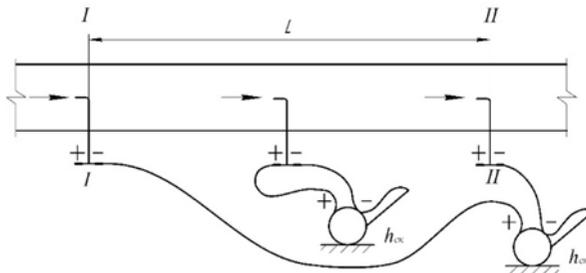


Рис. 10.1. Схема соединений и расстановки приборов для определения коэффициента аэродинамического сопротивления на экспериментальном участке

3. Определяют количество воздуха, протекающего по аэродинамической трубе воздухомерными трубками в сочетании с микроанометрами или анемометрами.

По данным таблицы рассчитать коэффициент аэродинамического сопротивления.

Таблица 10 – Задание для самостоятельного выполнения:

№ вар.	Данные по вариантам					
	α кг*с ² /м ⁴	P, м	L, м	S, м ²	Q, м ³ /с	h, кг/м ²
1		12.4	200	10.36	10	0.3
2		12.6	300	11.36	11	1,1
3		13.6	400	12.14	12	1.1
4		13.6	500	12.15	13	1.9
5		13.8	600	12.71	14	0.16
6		14.0	700	12.98	15	0.2
7		10.5	200	7.6	6	0.3
8		10.6	300	7.92	7	0.6
9		11.4	400	8.34	8	1.8
10		11.5	400	8.85	5.5	2.2

Контрольные вопросы:

1. Что такое коэффициент аэродинамического сопротивления трению α ?
2. Физический смысл коэффициента аэродинамического сопротивления α .
3. Размерность коэффициента аэродинамического сопротивления α .
4. Методика определения коэффициента аэродинамического сопротивления α .
5. От каких факторов зависит величина?
6. Зависит ли от скорости движения воздуха коэффициент аэродинамического сопротивления α ?
7. Напишите уравнение, по которому можно рассчитать коэффициент аэродинамического сопротивления α .
8. Какие величины необходимо определить для расчета коэффициента аэродинамического сопротивления α ?

Лабораторная работа № 11

Экспериментальное определение коэффициента местного сопротивления

Количество часов – 2

Цель работы: Ознакомиться с методикой расчета коэффициента местного сопротивления, получит навыки по его расчету.

Величина потери напора при протекании воздуха через местное сопротивление, например, при повороте выработки под прямым углом, определяется из выражения

$$h_m = h_{об} - h_{тр} \pm \Delta h_{ск} \quad (11.1)$$

где $h_{об}$ – суммарная величина потерь напора на местные сопротивления вследствие поворота выработки и трения о стенки выработки;

$h_{тр}$ – величина потери напора на трение воздуха о стенки выработки;

$\Delta h_{ск}$ – разность скоростных напоров при наличии разных скоростей в замерных сечениях.

Известно также, что

$$h_m = \xi \frac{v^2}{2g} \cdot \gamma, \quad (11.2)$$

где ξ – коэффициент местного сопротивления, в нашем случае поворот;

v – средняя скорость потока в выработке, м/с;

g – ускорение силы тяжести, м/с²;

откуда находим:

$$\xi = \frac{h_m \cdot 2g}{\gamma \cdot v^2}. \quad (11.3)$$

Следовательно, чтобы определить ξ , необходимо опытным путем найти h_m , v и γ .

Величина потери напора на трение вычисляется по формуле:

$$h_{тр} = \alpha \cdot \frac{P \cdot L}{S^3} \cdot Q^2, \quad (11.4)$$

причем величины P , L , S и Q измеряются в каждом опыте. Коэффициент α определяется экспериментальным путем или принимается по справочникам.

Для определения величины местного сопротивления измеряем величину потери напора $h_{об}$, располагая статические трубки с обеих сторон местного сопротивления.

Схема соединений и расстановки приборов для определения коэффициента местного сопротивления на экспериментальном участке представлена на рисунке 11.1.

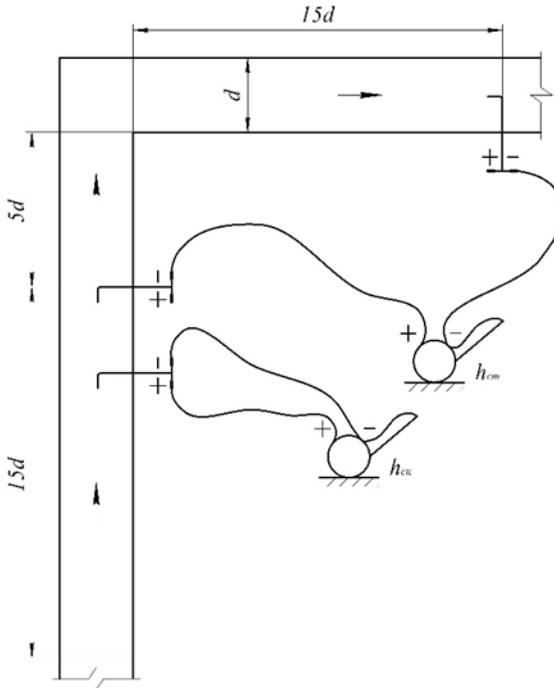


Рис. 11.1. Схема соединений и расстановки приборов для определения коэффициента местного сопротивления на экспериментальном участке

При выборе места установки статических трубок рекомендуется руководствоваться следующими положениями: первая (по направлению движения потока) статическая трубка должна уста-

навливаться в таком сечении, чтобы расстояние от него до местного препятствия было равно $5-6d$ с неизменным наличием прямолинейного начального участка длиной $15d$ перед этой статической трубкой с такой же крепью, как на замерном участке; вторая трубка устанавливается за местным сопротивлением на расстоянии $12-15d$.

Определив все величины, входящие в формулу (3) для подсчета коэффициента местного сопротивления ξ , вычисляем его значение. По данным таблицы 11 рассчитать h_m

Таблица 11 – Задание для выполнения:

№	ξ	v^2 м/сек	h_m кг/м ²	g , м/сек ²	γ кг/м ³
1		3.4	0.3	9.81	1.2
2		3.5	1.1		
3		3.6	1.1		
4		3.7	1.9		
5		4.1	0.16		
6		4.2	0.2		
7		4.3	0.3		
8		4.2	0.6		
9		3.8	1.8		
10		3.6	2.2		

Контрольные вопросы:

1. Виды сопротивлений при движении жидкости? Приведите примеры и изобразите схематично.
2. Что является причиной потерь напора в каждом виде местных сопротивлений и от чего они зависят?
3. Какие факторы влияют на значения коэффициентов местных сопротивлений и как их определяют?
4. Каким образом на практике можно уменьшить значение потерь напора в каждом из видов местного сопротивления.

Лабораторная работа № 12
Расчет необходимого количества воздуха
для проветривания подготовительных выработок
Количество часов – 2

Цель работы: Научиться определять количество воздуха, необходимое для проветривания подготовительных выработок, и выбор вентилятор местного проветривания.

Содержание работы.

Выработки с тупиковыми забоями проветривают вентиляторами местного проветривания (ВМП) по схемам: нагнетательной, всасывающей и комбинированной.

При нагнетательной схеме ВМП устанавливают на свежей струе воздуха на расстоянии не менее 10 м от устья выработки, для предотвращения рециркуляции воздуха. В соответствии с правилами безопасности в шахтах опасных по газу и пыли, вентиляционные трубы должны отставать от забоя не более чем на 8 метров. В шахтах не опасных по газу и пыли допустимое отставание труб от забоя составляет 12 м.

Проветривание забоев должно обеспечить содержание кислорода в воздухе не менее 20 %, а углекислого газа не более 0,5 % по объему. При этом минимально допустимая скорость движения воздуха в тупиковых выработках газовых шахт не должна быть менее 0,25 м/с, а на шахтах III категории и выше – не менее 0,5 м/с. В тупиковых выработках не газовых шахт минимальная скорость не должна быть менее 0,15 м/с. Разжижение газообразных продуктов взрыва и удаление их из забоя должны происходить не менее чем за 30 минут после взрывания зарядов.

Количество (расход) воздуха, необходимое для проветривания тупиковых выработок, определяется по следующим факторам:

- по количеству ядовитых газов, образующихся при взрывных работах (по расходу ВВ);
- по максимальному числу людей, находящихся одновременно в забое;
- по минимальной скорости движения воздушного потока в выработке;
- по выделению метана.

Расчет количества воздуха по расходу ВВ определяется по формуле

$$Q_{\text{ВВ}} = \frac{2,25}{T} \sqrt[3]{\frac{V_{\text{ВВ}} S^2 l^2 k_{\text{обв}}}{k_{\text{ут}}^2}} \quad (12.1)$$

где T – время проветривания выработки после взрыва, $T = 30$ мин;
 $V_{\text{ВВ}}$ – объем вредных газов, образующихся после взрыва ВВ, м^3 ;

$$V_{\text{ВВ}} = 100A_{\text{уг}} + 40A_{\text{пор}} \quad (12.2)$$

где: $A_{\text{уг}}$, $A_{\text{пор}}$ – количество одновременно взрываемого ВВ по углю и породе, кг;

$S_{\text{св}}$ – средняя площадь поперечного сечения выработки в свету при переменном сечении, м^2 ;

l_n – длина тупиковой части выработки, м;

$K_{\text{обв}}$ – коэффициент, учитывающий обводненность тупиковой выработки, принимаемый из таблицы 12;

$K_{\text{ут}}$ – коэффициент утечек воздуха в вентиляционных трубопроводах, принимаемый для гибких трубопроводов типа 1А и 1Б диаметром 0,6–1,0 м исходя из его длины и диаметра из таблицы

Таблица 12 – Значения коэффициента обводненности

Характеристика выработок	$K_{\text{обв}}$
Горизонтальные и наклонные выработки, проводимые по сухим породам (приток до 1 $\text{м}^3/\text{час}$)	0,8
Горизонтальные и наклонные выработки, частично проводимые по водоносным породам (приток до 6 $\text{м}^3/\text{час}$)	0,6
Горизонтальные и наклонные выработки, на всю длину проводимые по водоносным породам (приток от 6 до 15 $\text{м}^3/\text{час}$)	0,3
Обводненные выработки (приток более 15 $\text{м}^3/\text{час}$)	0,15

Количество воздуха по числу работающих людей определяется по формуле

$$Q_{\text{л}} = 6n_{\text{л}}, \text{ м}^3/\text{мин} \quad (12.3)$$

где $n_{\text{л}}$ – наибольшее число людей, одновременно работающих в забое выработки.

Расчёт количества воздуха по минимальной скорости движения воздуха производится по формуле

$$Q_{ск} = 60V_{min}S_{св}, \text{ м}^3/\text{мин} \quad (12.4)$$

где V_{min} – минимально допустимая скорость движения воздуха в призабойном пространстве, м/с.

Расчет количества воздуха по выделению метана производится при выемке угля проходческими комбайнами или отбойными молотками по формуле:

$$Q_o = \frac{100 \cdot I_n}{c - c_o} \text{ м}^3/\text{мин} \quad (12.5)$$

где c – максимально допустимое содержание метана в исходящей вентиляционной струе, $c = 1 \%$;

c_o – содержание метана в поступающей вентиляционной струе, принимаемое для проектируемых выработок равной $0,05 \%$;

I_n – абсолютная метанообильность тупиковых выработок, $\text{м}^3/\text{мин}$.

Абсолютная метанообильность тупиковых выработок складывается из метановыделения с неподвижных обнажённых поверхностей пласта ($I_{нов}$), движущейся поверхности забоя (I_3) и из отбитого угля ($I_{о.у.л}$).

При выборе вентилятора принимается максимальное значение количества воздуха $Q_{3П}$ по всем факторам.

Необходимая подача вентилятора определяется по формуле

$$Q_v = K_{ут} Q_{3П}, \quad (12.6)$$

где $K_{ут}$ – коэффициент утечек воздуха в вентиляционных трубопроводах, принимаемый для гибких трубопроводов исходя из его длины и диаметра

Аэродинамическое сопротивление трубопровода из резиновых труб определяется по формуле

$$R_{тр.г} = \gamma_{тр}(L + 20d_{тр}n_1 + 10d_{тр}n_2), \text{ к}μ/\text{м}, \quad (12.7)$$

где L – длина трубопровода, м;

$d_{тр}$ – диаметр трубопровода, м;

n_1 и n_2 – число поворотов трубопровода на 90° и 45° соответственно;

$r_{тр}$ – удельное аэродинамическое сопротивление гибкого вентиляционного трубопровода без утечек воздуха при длине звена 20 м, принимаемое из п.

Давление вентилятора, работающего на гибкий вентиляционный трубопровод (депрессия трубопровода), определяется по формуле

$$h_v = Q_v^2 R_{тр.г} \left(\frac{0.59}{K_{ут}} + 0.41 \right)^2, \text{ даПа.} \quad (12.8)$$

Таблица 13 – Значения r_{mp}

Диаметр трубопровода, м	0,5	0,6	0,8	1,0
Удельное аэродинамическое сопротивление r_{mp}	0,177	0,071	0,0161	0,0053

Выбор вентилятора производится путем нанесения расчетного режима его работы Q_v и h_v , определяемого по формуле (8) на график аэродинамических характеристик вентилятора. Для проветривания следует принимать такой вентилятор, аэродинамическая характеристика которого проходит через точку с координатами расчетного режима или выше нее.

Порядок выполнения.

Пример. Выбрать вентилятор для проветривания тупиковой выработки длиной 500 м, сечением в свету $S_{св} = 13,7 \text{ м}^2$, проводимой буровзрывным способом по породе с пересечением угольных пластов. Количество одновременно взрываемого ВВ по породе – 95,4 кг. Количество одновременно работающих в забое людей – 10. Абсолютная метанообильность составляет $2,5 \text{ м}^3/\text{мин}$, коэффициент, учитывающий обводненность тупиковой выработки, $K_{обв} = 0,6$.

Решение.

Необходимое количество воздуха по максимальному числу работающих в забое тупиковой выработки людей определяется по формуле 12.3

$$Q_l = 6 \cdot 10 = 60 \text{ м}^3/\text{мин} = 6 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Расчёт количества воздуха по минимальной скорости движения воздуха производится по формуле 12.4

$$Q_{ск} = 60 \cdot 0,5 \cdot 12,8 = 384 \text{ м}^3/\text{мин} = 6,4 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Общее потребное количество воздуха по газовыделению будет равно (12.5)

$$Q_{\Gamma} = \frac{100 \cdot 25}{1 - 0,05} = 263 \text{ м}^3/\text{мин} = 4,4 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Для дальнейших расчетов принимаем максимальное значение $Q_{ск} = 384 \text{ м}^3/\text{мин} = 6,4 \text{ м}^3/\text{с}$.

Из таблицы Приложения Б определим коэффициент утечек воздуха $K_{ум}$, считая, что расход воздуха в конце трубопровода равен максимальному значению $Q_{ск} = 6,4 \text{ м}^3/\text{с}$, а длина трубопровода равна длине тупиковой части выработки. Для труб диаметром 0,6 м $K_{ум}$ не определяется, для труб диаметром 0,8 м $K_{ум} = 1,33$, а для труб диаметром 1,0 м $K_{ум} = 1,19$. Принимаем для проветривания гибкие прорезиненные трубы диаметром 0,8 м.

Определим необходимое количества воздуха по расходу ВВ по формуле 12.1

$$Q_{ВВ} = \frac{2,25^2}{30} \sqrt{\frac{40 \cdot 95,4 \cdot 13,7^2 \cdot 500^2 \cdot 0,6}{1,33^2}} = 295 \text{ м}^3/\text{мин} = 4,9 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Таким образом, максимальным значением общего потребного количества воздуха остается $Q_{ск} = 6,4 \text{ м}^3/\text{с}$.

Необходимая подача вентилятора определяется по формуле (12.6).

$$Q_{в} = 1,33 \cdot 6,4 = 8,5 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Аэродинамическое сопротивление трубопровода из прорезиненных труб определяется по формуле (12.7) при $r_{mp} = 0,0053$, $n_1 = 1$ и $n_2 = 0$.

$$R_{тр.г} = 0,0161(200 + 20 \cdot 0,8 \cdot 1) = 19,22 \text{ к}л/\text{м}.$$

Депрессия трубопровода определяется по формуле (12.8)

$$h_{в} = 8,5^2 \cdot 3,48 \left(\frac{0,59}{1,33} + 0,41 \right)^2 = 183 \text{ да Па}$$

Для построения аэродинамической характеристики трубопровода задаются Q близкие по своему значению Q_0 и вычисляются соответствующие им значения h по формуле (8), таблица 13

Таблица 14 – Значения Q и h для построения аэродинамической характеристики трубопровода

$Q, \text{ м}^3/\text{с}$	4	5	6	7	8
$h, \text{ даПа}$	51	80	115	157	205

Полученную аэродинамическую характеристику трубопровода совмещают с аэродинамическими характеристиками вентилятора и выбирают наиболее подходящий.

Задания к работе. Задания к работе приведены в таблице 14.

Контрольные вопросы:

1. Какие используются схемы проветривания подготовительных выработок вентиляторами местного проветривания?
2. На каком расстоянии от устья выработки должен устанавливаться вентилятор местного проветривания?
3. Максимально допустимое отставание вентиляционной трубы от забоя тупиковой выработки в шахтах опасных по газу и пыли.
4. Минимальная скорость движения воздуха по тупиковой выработке.
5. По каким факторам определяется количество (расход) воздуха, необходимое для проветривания тупиковых выработок?
6. Из чего складывается абсолютная метанообильность тупиковых выработок?
7. Как производится выбор вентилятора местного проветривания?

Задания для самостоятельной работы студентов

Таблица 15 – Варианты заданий

Исходные данные	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Категория шахты	Опасная по газу и пыли	Не опасная по газу и пыли	Опасная по газу и пыли							
Название выработки	Квершлаг	Бремсберг	Камера ожидания	Полевой штрек	Штольня	Уклон	Пром-штрек	Депо	Людской ходок	Уклон
Протяженность, м	750	500	40	400	300	700	800	50	600	500
Сечение, м ² в свету	14,4 18,0	13,7 16,3	10,0 12,2	10,3 13,2	32 32	15,5 18,2	13,1 16,3	12,8 16,1	13,7 16,7	14,4 18,0
Водоприток, м ³ /час	2	5	5	8	8	3	5	0	5	3
Количество одновременно взрываемого ВВ по породе	60	55	48	42	120	68	60	55		
	20	18	-	-	-	24	-	-		
Количество людей в забое	8	8	6	7	9	8	10	6	8	8
Абсолютная метанообильность, м ³ /мин	2,8	2,7	2,0	1,8	-	2,9	2,1	2,0	2,7	2,9

Лабораторная работа № 13
Расчет необходимого количества воздуха
для проветривания очистного забоя

Количество часов – 2

Цель работы: Научиться рассчитать количество воздуха, необходимое для проветривания очистных забоев по факторам.

Расчет количества воздуха для проветривания очистных выработок

Расчет производится по следующим основным факторам: по выделению метана (углекислого газа); по газам, образующимся в результате ведения БВР; по числу людей, одновременно находящихся в выработке, и проверяется по допустимой скорости движения воздуха в выработке.

По выделению метана (углекислого газа)

$$Q_{\text{оч}} = \frac{100I_{\text{оч}}k_{\text{н}}}{(c-c_0)k_{\text{оз}}} \text{ м}^3/\text{мин} \quad (13.1)$$

где $I_{\text{оч}}$ – ожидаемое среднее газовыделение в очистной выработке, $\text{м}^3/\text{мин}$;

$k_{\text{н}}$ – коэффициент неравномерности газовыделения в лаве;

c – допустимая концентрация газа в исходящей из очистной выработки вентиляционной струе, %.

Принимается согласно ПБ;

c_0 – концентрация газа в поступающей на выемочный участок вентиляционной струе, %. принимается согласно замерам;

$k_{\text{оз}}$ – коэффициент, учитывающий движение воздуха по части выработанного пространства, непосредственно прилегающего к призабойному.

По газам, образующимся при взрывных работах

$$Q_{\text{оч}} = \frac{34}{t} \sqrt{BV_{\text{оч}}} \text{ , м}^3/\text{мин} \quad (13.2)$$

где t – время проветривания выработки, мин, принимается согласно ПБ;

V – количество одновременно взрываемых ВВ, к;

$V_{\text{оч}}$ – проветриваемый объем очистной выработки, м^3

$$V_{\text{оч}} = mb_{\text{max}}l_{\text{л}}, \text{ м}^3/\text{мин} \quad (13.3)$$

где m – вынимаемая мощность пласта, m
 b_{max} – максимальная ширина призабойного пространства, m
 $l_{\text{л}}$ – длина лавы, m

По числу людей, находящихся в выработке,

$$Q_{\text{оч}} = bp, \text{ м}^3/\text{мин} \quad (13.4)$$

где p – наибольшее число людей, одновременно работающих в очистной выработке, чел.

Наибольшее значение количества воздуха, полученное в результате расчета по вышеуказанным факторам, проверяется по скорости движения воздуха.

По минимально допустимой скорости движения воздуха в очистной выработке

$$Q > 60Sv_{\text{min}}l_{\text{л}}, \text{ м}^3 \quad (13.5)$$

где v_{min} – минимально допустимая скорость движения воздуха в очистной выработке, $m/сек$. Принимается согласно ПБ.

S – площадь поперечного сечения призабойного пространства очистной выработки в свету, m^2

$$S = k_1 mb_{\text{max}}, \text{ м}^2 \quad (13.6)$$

где – k_1 коэффициент учитывающий загроможденность призабойного пространства.

По максимально допустимой скорости движения в очистной выработке

$$Q_{\text{оч}} < 60Sv_{\text{max}}, \text{ м}^3/\text{мин} \quad (13.7)$$

Количества воздуха для проветривания выемочного участка проверяется по условию

$$Q_{\text{уч}} > bn_{\text{н.уч}}, \text{ м}^3/\text{мин} \quad (13.8)$$

где $n_{\text{н.уч}}$ – наибольшее число людей, одновременно находящихся на участке.

Задание для самостоятельного выполнения:

Таблица 16 – Исходные данные для расчета воздуха в очистном забое

№ вар	Исходные данные											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Юч	C _о %	п,м	b _{max}	I _{д,м}	п, чел	S,м ²	b,мин	I _{уч} , м ³ /мин	B, кг	к _з	
1	2,6	0,1	1,0	3,1	160	8	2,3	2,3	3,6	12	0,9	
2	2,8	0	1,1	3,1	170	8	2,5	2,3	3,9	14	0,9	
3	3,0	0,3	1,1	3,1	200	10	2,5	2,3	4,3	13	0,9	
4	3,2	0,2	1,2	3,1	210	10	2,7	2,3	4,5	11	0,9	
5	3,1	0,1	1,0	3,1	175	12	2,3	2,3	4,0	12	0,9	
6	2,9	0	1,4	2,8	160	8	2,0	2,0	3,8	14	0,9	
7	2,7	0	1,1	3,1	200	8	2,3	2,3	4,0	13	0,9	
8	2,5	0,2	0,9	2,8	210	10	2,0	2,0	3,7	11	0,9	
9	2,4	0	1,3	3,4	180	9	2,6	2,6	3,7	12	0,9	
10	4,0	0,1	1,25	2,8	160	10	2,0	2,0	5,1	14	0,9	

Контрольные вопросы:

1. Какие используются схемы проветривания очистных выработок существуют?
2. На каком расстоянии от устья выработки должен устанавливаться вентилятор местного проветривания?
3. Максимально допустимое отставание вентиляционной трубы от забоя тупиковой выработки в шахтах опасных по газу и пыли.
4. Минимальная скорость движения воздуха по очистной выработке.
5. По каким факторам определяется количество (расход) воздуха, необходимое для проветривания очистных выработок?
6. Из чего складывается абсолютная метанообильность очистных выработок?
7. Как производится выбор вентилятора местного проветривания?

Лабораторная работа № 14
Расчет необходимого количества воздуха
для проветривания шахты
Количество часов – 2

Цель работы: Получить знания и практические навыки по расчету необходимого количества воздуха для проветривания шахты

Расчет необходимого количества воздуха для проветривания шахты.

Количество воздуха, необходимое для проветривания шахты определяется как сумма количества воздуха, необходимого для проветривания всех очистных забоев, подготовительных выработок, проводимых в пределах и за пределами выемочных участков, камер, проветриваемых обособленных поддерживаемых и погашаемых выработок, проветриваемых обособленных, а также утечек воздуха через вентиляционные сооружения.

Общее количество воздуха для проветривания шахты

$$Q_{\text{ш}} = 1.1(k_p \Sigma Q_{\text{уч}} + \Sigma Q_{\text{п.ш}} + \Sigma Q_{\text{к}} + \Sigma Q_{\text{п.в}} + \Sigma Q_{\text{ут}}) \text{ м}^3/\text{мин} \quad (14.1)$$

где 1.1 – коэффициент учитывающий неравномерность распределения воздуха

$\Sigma Q_{\text{уч}}$ – количество воздуха для проветривания всех выемочных участков, $\text{м}^3/\text{мин}$

$\Sigma Q_{\text{п.ш}}$ – количество воздуха для обособленного проветривания всех подготовительных выработок, проводимых за пределами выемочных участков, $\text{м}^3/\text{мин}$

$\Sigma Q_{\text{к}}$ – количество воздуха для проветривания всех камер, $\text{м}^3/\text{мин}$

$\Sigma Q_{\text{п.в}}$ – количество воздуха для проветривания всех поддерживаемых и погашаемых выработок, $\text{м}^3/\text{мин}$

$\Sigma Q_{\text{ут}}$ – суммарные утечки воздуха через вентиляционные сооружения за пределами выемочных участков, $\text{м}^3/\text{мин}$

k_p – коэффициент резерва на случай повышения добычи. Принимается равным 1,15.

Таблица 17 – Данные для расчета количества воздуха для проветривания шахты:

№ варианта	Исходные данные по шахте							
	$Q_{уч,2}$ м ³ /мин	$Q_{уч,3}$ м ³ /мин	$Q_{уч,4}$ м ³ /мин	$Q_{п.ш1}$ м ³ /мин	$Q_{п.ш2}$ м ³ /мин	ΣQ_k м ³ /мин	$\Sigma Q_{п.в.}$ м ³ /мин	$\Sigma Q_{ут}$ м ³ /мин
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	600	700	740	90	110	460	580	290
2	650	710	720	120	130	480	680	340
3	700	690	710	125	98	480	730	360
4	740	680	690	110	140	460	680	380
5	670	660	680	112	101	450	790	310
6	580	650	700	110	115	460	630	305
7	620	680	690	118	102	480	680	315
8	640	700	720	105	102	490	700	325
9	700	640	720	90	100	500	680	330
10	770	770	760	140	133	530	790	370

Контрольные вопросы:

1. Когда производится расчет количества воздуха в шахте, его периодичность?
2. Из чего складывается количество воздуха для проветривания шахты?
3. По каким факторам рассчитывается количество воздуха подаваемого в очистной забой?
4. По каким факторам рассчитывается количество воздуха подаваемого в подготовительный забой?
5. Максимально допустимые скорости движения воздуха в очистном и подготовительном забое.
6. Как выбирается количество воздуха для проветривания забоев?

ЛИТЕРАТУРА

1. Каледина Н.О., Артемьев В.Б., Мещеряков Д.А., Косарев В.Д. Методические указания по проведению практических занятий и самостоятельной работе студентов по дисциплине «Вентиляция шахт» для специальности «Подземная разработка месторождений полезных ископаемых». М. 2009.
2. Аэрология и охрана труда на шахтах и карьерах. И.Л.Машковцев, Г.А.Балыхин: уч.пос. М.: изд-во УДН, 1986. 312 с.
3. Рудничная аэрология А.С.Бурчаков, П.И.Мустель, К.З.Ушаков. М.: изд-во «Недра», 1971. 376 с.
4. Справочник по рудничной вентиляции. Под ред. К.З.Ушакова. М.: изд-во «Недра», 1977. 328 с.
5. Лабораторный практикум по рудничной вентиляции. Ф.А.Абрамов, В.А.Бойко, В.А.Долинский. М.: изд-во «Недра», 1966. 159 с.

Составители:

Г.А. Абдурахмонов, Г.В. Лоцев

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению лабораторных работ по дисциплине
«Аэрология предприятий горнопромышленного
и нефтегазового комплексов»

Для студентов специальности 21.05.05

«Физические процессы горного или нефтегазового производства»

Редактор *Е. С. Свиридова*

Компьютерная верстка – *Э. А. Галяутдинова*

Подписано в печать 12.06.2023.

Формат 60x84¹/₁₆. Офсетная печать.

Объем 4,75 п. л. Тираж 100 экз. Заказ 118

Отпечатано в типографии КРСУ
720048, г. Бишкек, ул. Анкара, д. 2а