



Негосударственное частное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Технический университет УГМК»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ВЫПОЛНЕНИЮ  
ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**ВЕНТИЛЯЦИЯ ШАХТ**

Специальность	<u>21.05.04 Горное дело</u>
Специализация	<u>Подземная разработка рудных месторождений</u>
Уровень высшего образования	<u>Специалитет</u> <i>(бакалавриат, специалитет, магистратура)</i>
Квалификация выпускника	<u>горный инженер (специалист)</u>

Автор - разработчик: Минин В.В., канд. техн. наук  
Рассмотрено на заседании кафедры разработки месторождений полезных ископаемых  
Одобрено Методическим советом университета 30 июня 2021 г., протокол № 4

г. Верхняя Пышма  
2021

## Практическое занятие №1.

### Тема: «Расчет вентиляции тупиковых выработок»

#### 1.1 Методика расчета параметров проветривания тупиковой выработки

Расчет вентиляции тупиковых выработок включает расчет расхода воздуха и депрессии ВМП, а также выбор типа вентилятора, типа и диаметра вентиляционного трубопровода, схемы установки ВМП. Расчет расхода воздуха при этом производится по основным определяющим факторам: по людям, вредным и опасным газам, по выхлопным газам от ДВС, по ВВ, из которых к расчету принимается максимальное значение.

Расчет расхода воздуха по людям  $Q^l$  п.з. осуществляется по следующей формуле:

$$Q^l_{п.з.} = 6N_{ч}, \text{ м}^3/\text{мин};$$

где  $N_{ч}$  - максимальное количество людей, одновременно работающих в забое (по нормам на одного человека для дыхания необходимо подавать не менее 6 м<sup>3</sup>/мин воздуха).

Расчет расхода воздуха по вредным газам  $Q^g$  п.з. осуществляется по следующей формуле:

$$Q^g_{п.з.} = \frac{I_g}{C_{доп} - C_0} \cdot 100$$

где  $I_g$  – абсолютная газообильность, м<sup>3</sup>/мин;

$C_{доп}$  и  $C_0$  – концентрация метана, соответственно допустимая в исходящей струе и начальная в поступающей, %; принимаем  $C_0=0$ .

Расчет расхода воздуха по выхлопным газам от ДВС  $Q^{ДВС}$  п.з. осуществляется по следующей формуле:

$$Q^{ДВС}_{п.з.} = nG_{уд}N_{ДВС}, \text{ м}^3/\text{мин};$$

где  $G_{уд}$  – удельный расход воздуха на единицу мощности ДВС: принимается равным 5 м<sup>3</sup>/мин на 1 л.с. мощности или 6,8 м<sup>3</sup>/мин на 1 кВт;

$N_{ДВС}$  - суммарная мощность одновременно работающих машин с ДВС, л.с. или кВт;  
 $n$  – коэффициент, учитывающий количество одновременно работающих машин с ДВС, ( $n=1$  при одной машине;  $n=0,85$  при двух машинах;  $n=0,6$  при трех машинах и более).

Расчет расхода воздуха по взрывным газам  $Q^{ВВ}$  п.з. осуществляется по следующей формуле:

$$Q^{ВВ}_{п.з.} = \frac{2.25}{T} \sqrt[3]{\frac{k^{обс}}{k_{ут.пр}^2} V_{ВВ} S^2 l_{кр}^2}, \text{ м}^3/\text{мин};$$

где  $V_{ВВ}$  - объем вредных газов, образующихся после взрыва, л, определяется по формуле:  $V_{ВВ} = 100 V_{уг} + 40 V_{пор}$ , соответственно масса одновременно взрываемого ВВ по углю и породе, кг; в расчете принимать проходку по породе;

$T$  – время проветривания выработки после взрывания, определяется в соответствии с требованиями ПБ (ЕПБ), мин;

$S$  – средняя площадь сечения выработки в свету, м<sup>2</sup>;

$l_{кр}$  – критическая длина, м; при длине тупиковой части выработки 500м и более принимается равной 500м, при меньшей длине - определяется по формуле [3]:

$$l_{кр} = 12,5 V_{ВВ} k_{гл} / S;$$

$k_t$  - коэффициент турбулентной диффузии зависит от соотношения геометрических размеров трубопровода и принимает значения 0,3-0,9 (в расчетах принять среднее значение – 0,6);

$k_{гл}$  – коэффициент, учитывающий изменение температуры пород с глубиной и обводненность выработки, принимает значения 0,1-0,9 (в расчетах принять среднее значение – 0,5);

$k_{обв}$  – коэффициент, учитывающий обводненность выработки, зависит от притока воды:

$k_{ут.тр.}$  – коэффициент утечек в трубопроводе.

Из полученных значений по формулам (1.1)-(1.4) выбираем максимальное значение:  
 $Q_{р п.з} = \max \{Q_i п.з. \}$ .

Затем полученное расчетное значение  $Q_{р п.з}$  проверяется по допустимым скоростям движения воздуха в выработках (расчетное значение должно обеспечивать скорость движения не менее минимально-допустимой и не более максимально-допустимой по ПБ или ЕПБ):

$$Q_{v \min.} \leq Q_{р п.з.} \leq Q_{v \max.}$$

При этом

$$Q_{v \min.} = 60 S_{в} V_{\min.}; \quad Q_{v \max.} = 60 S_{в} V_{\max.},$$

где  $S_{в}$  – площадь поперечного сечения выработки в свету,  $m^2$ ;

$V_{\min.}$ ,  $V_{\max.}$  – скорость движения воздуха, соответственно минимально-допустимая и максимально-допустимая по ПБ или ЕПБ,  $m/c$ .

В случае, если расчетный расход воздуха получился менее, чем обеспечивающий минимально-допустимую скорость движения, то к расчету принимается значение, соответствующее минимально-допустимой скорости воздуха  $Q_{v \min.}$ ; в том случае, если расчетный расход воздуха более, чем максимально-допустимый, то к расчету принимается значение, соответствующее максимально-допустимой скорости воздуха  $Q_{v \max.}$ . Расчет требуемой депрессии ВМП осуществляется с учетом принятого способа проветривания забоя (в соответствии с требованиями ПБ или ЕПБ), типа и диаметра трубопровода.

$$h_{вмп} = h_{тр} + h_{м} + h_{дин}$$

где  $h_{вмп}$ ,  $h_{тр}$ ,  $h_{м}$  и  $h_{дин}$  - депрессия соответственно трения (статическая), местных сопротивлений и динамическая, Па.

Депрессия трения трубопровода рассчитывается по формуле:

$$h_{тр} = R Q_{ВМП}^2, \text{ Па},$$

где  $R$  – аэродинамическое сопротивление трения выработки,  $H \cdot c^2 / m^8$ ;

$Q_{ВМП}$  – количество воздуха, проходящее через ВМП,  $m^3 / c$ .

Аэродинамическое сопротивление трения  $R$  рассчитывается по формуле:

$$R = \alpha \frac{6,5L}{d^5},$$

где  $\alpha$  – коэффициент аэродинамического сопротивления трубопровода,  $H \cdot c^2 / m^4$ ; в расчете принимаем  $\alpha = 0,0035 H \cdot c^2 / m^4$ ;

$L$  – длина трубопровода,  $m$ ;

$d$  – диаметр трубопровода,  $m$ ; в расчете принимаем  $d = 0,6 m$ , при использовании дизельного оборудования – 0,8-1,0 м..

Депрессию, затрачиваемую на преодоление местных сопротивлений, можно определить расчетом [5] с учетом количества поворотов трубопровода и величины углов поворота:

$$h_{м} = 0,035 n z^2 v_{тр}^2$$

где  $n$  – число поворотов, ед.;

$z$  – угол поворота, радиан;

$v_{тр}$  – расчетная скорость движения воздуха на выходе из трубопровода,  $m/c$ .

Для предварительного расчета (при отсутствии решения по схеме установки вентилятора) можно принимать  $h_m = 0$ ,  $h_{тр}$  (1.11) Динамическая депрессия, обеспечивающая создание активной напорной струи на выходе из трубопровода при нагнетательном способе проветривания, определяется по формуле:

$$h_{дин} = \rho \frac{v_{тр}^2}{2},$$

$$v_{тр} = Q_{п.з.} / S_{тр}$$

где  $\rho$  – плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup> ; в расчете принимаем  $\rho = 1,2$  кг/м<sup>3</sup> ;

$v_{тр}$  – скорость движения воздуха на выходе из трубопровода, м/с;

$S_{тр}$  - площадь поперечного сечения трубопровода, м<sup>2</sup> .

Расход воздуха  $Q_{ВМП}$ , проходящего через вентилятор, определяется с учетом утечек в трубопроводе:

$$Q_{ВМП} = k_{ум.тр.} Q_{п.з.}$$

Выбор способа проветривания и типа ВМП осуществляется для полученных расчетных параметров - требуемых расхода воздуха и депрессии вентилятора, - по аэродинамическим характеристикам вентиляторов (заводским паспортам) с учетом опасности шахты (рудника) по выделению горючих газов. Схема установки ВМП (последовательная или параллельная установка нескольких вентиляторов) выбирается в зависимости от конкретных условий и требуемых расходов и депрессий. Место установки определяется в соответствии с требованиями ПБ (ЕПБ) по недопущению рециркуляции воздуха – на свежей струе, на ближе 10 м от сопряжения (устья) тупиковой выработки

## 1.2. Пример выполнения задания

2.1. Выполняем расчет расхода воздуха для проветривания тупикового забоя при проходке выработки длиной 600 м, с поперечным сечением 12,4 м<sup>2</sup>, проводимой комбайном без применения буровзрывных работ. Самоходное оборудование с ДВС не применяется. Газообильность выработки по метану составляет 3 м<sup>3</sup> /мин. В забое одновременно работает 4 человека.

Расход воздуха по лимитирующим факторам: - по людям  $Q_{л.п.з.} = 6Nч = 6 \cdot 4 = 24$  м<sup>3</sup>/мин = 0,4 м<sup>3</sup>/с; - по горючим газам

$$Q_{п.з.} = \frac{I_z}{C_{дон} - C_0} \cdot 100 = 3 \cdot 100 / (1 - 0) = 300 \text{ м}^3/\text{мин} = 5 \text{ м}^3/\text{с};$$

- по выхлопным газам - нет;

- по газам от взрывных работ – нет;

к расчету принимаем наибольшее из полученных значений –

$$Q_{п.з.}^{max} = 5 \text{ м}^3/\text{с}.$$

2.2. Полученное значение проверяем по допустимой скорости движения воздуха:  
 $Q_{vmin.} \leq Q_{п.з.} \leq Q_{vmax}$

$$Q_{vmin.} = 0,5 \cdot 12,4 = 6,2 \text{ м}^3/\text{с};$$

$Q_{vmax.} = 4,0 \cdot 12,4 = 49,6 \text{ м}^3/\text{с}$ ; таким образом, полученное значение расхода воздуха не удовлетворяет требованиям безопасности по минимально-допустимой скорости

движения воздуха в подготовительных забоях газовых шахт; следовательно, принимаем  $Q_{p.p.з.} = 6,2 \text{ м}^3/\text{с}$ .

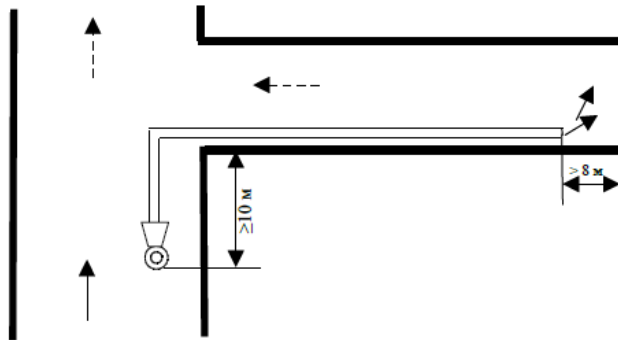
2.3. Определяем параметры вентилятора местного проветривания для вентиляции тупикового забоя:

- расход воздуха, проходящего через вентилятор  $Q_{ВМП} = k_{ут.тр.} \cdot Q_{p.p.з.} = 1,08 \cdot 6,2 = 6,7 \text{ м}^3/\text{с}$ ;

- депрессия вентилятора:  $h_{ВМП} = h_{тр} + h_m + h_{дин}$ ,

Следует отметить, что скорость движения воздуха для гибкого трубопровода велика, поэтому следует принимать трубопровод большего диаметра.

2.4. По полученным параметрам – необходимому расходу воздуха и депрессии – выбираем вентилятор местного проветривания (паспортные характеристики – у преподавателя): вентилятор СВМ-6, т.к. выработка опасна по газу, то способ проветривания – нагнетательный. Схема установки вентилятора приведена на рис.



### 1.3. Варианты заданий

№№ п/п	Кол-во одновременно работающих в забое людей, $N_{ч}$ , чел	Абсолютная газообильность забоя, $I_{г}$ , $\text{м}^3/\text{мин}$	Суммарная мощность машин с ДВС, $N_{двс}$ , л.с.	Кол-во одновременно работающих в забое машин с ДВС, $n$ , шт.	Кол-во одновременно взрываемо-го ВВ, $V$ , кг	Площадь поперечного сечения выработки в свету, $S$ , $\text{м}^2$	Длина выработки, $L$ , м	Кэффициент утечек в трубопроводе, $K_{ут.тр}$	Кэффициент обводненности, $K_{обв}$	Условия проведения выработки
1.	6	0,2	120	1	60	18,2	600	1,2	0,8	По породе
2.	6	0,3	60	1	-	16,8	600	1,2	-	По углю
3.	6	0,5	96	1	60	16,2	300	1,2	0,3	По породе
4.	6	0,3	90	1	45	16,8	300	1,12	0,15	По породе
5.	6	1,0	60	1	45	16,2	150	1,12	0,8	По углю
6.	6	3,0	60	1	45	15,6	150	1,12	0,6	По углю
7.	6	0,5	60	1	-	16,2	500	1,06	-	По породе
8.	6	3,5	-	-	12,0	12,8	300	1,06	0,15	По углю
9.	6	3,0	-	-	15,0	12,8	500	1,06	0,3	По углю
10.	6	5,0	-	-	8,0	16,2	150	1,06	0,8	По углю

1.4. Вопросы для самоконтроля (требуются письменные ответы)

1. Характеристика атмосферного воздуха и его составных частей.
2. Характеристика шахтного воздуха и его составных частей.
3. Предельно допустимые концентрации вредных и ядовитых газов в рудничном воздухе.
4. Пределы взрывчатости метана и водорода.
5. Допустимое содержание метана в горных выработках.
6. Абсолютная и относительная газообильность шахт.
7. Категории угольных шахт по газообильности.
8. Допустимые скорости движения воздуха в горных выработках.
9. Виды давления в движущемся воздухе.
10. Понятие депрессии.

11. Закон сопротивления, аэродинамическая характеристика шахты.
12. Режим работы вентилятора на сеть. Условия устойчивой работы вентилятора на сеть.
13. Совместная работа вентиляторов при их параллельной установке: условия эффективного применения.

## Практическое занятие № 2.

### Тема: «Выбор вентилятора главного проветривания»

Вентилятор главного проветривания выбирается графически путем наложения аэродинамической характеристики вентиляционной сети на характеристику вентилятора. При этом расход воздуха, подаваемого вентилятором, следует определять с учетом внешних утечек, которые зависят от места установки вентилятора (табл.)

Значение коэффициента внешних утечек воздуха

Место установки вентилятора	Значение коэффициента внешних утечек воздуха $k_{\text{ут.вн.}}$ при расходе воздуха, проходящего по стволу (шурфу), м <sup>3</sup> /мин			
	до 1500	1500-4000	4000-6000	более 6000
Вентиляционные стволы (шурфы), не используемые для подъема	1,2	1,10	1,10	1,10
Шурфы, используемые для спуска людей или материалов	1,25	1,20	1,15	-
Шурфы с передвижными вентиляционными установками	1,30	1,20	-	-

Утечки воздуха через устья наклонных стволов при наличии надшахтных зданий принимаются равными утечкам через надшахтные здания клетевых стволов, а при отсутствии надшахтных зданий рассчитываются как для шлюзов. Общие внешние утечки равны сумме утечек через надшахтные здания и вентиляционный канал. При установке вентиляторов на вентиляционных стволах, не используемых для подъема, и на шурфах все внешние утечки воздуха учитываются коэффициентом внешних утечек  $k_{\text{ут.вн.}}$ , значения которого приведены в табл. 4.1.

При работе вентиляторов на нагнетание значения этого коэффициента должны быть увеличены на 0,15, а при наличии резервных вентиляторов на 0,17. Для ориентировочного определения подачи вентиляционных установок коэффициент, учитывающий утечки воздуха через надшахтные сооружения и каналы вентиляторов, следует принимать равным: для случаев установки вентиляторов на скиповом стволе 1,25; на клетевом – 1,2; на стволах и шурфах, не используемых для подъема – 1,1; на шурфах, используемых для подъема и спуска материалов – 1,3. При выборе ВГП необходимо учитывать возможность изменения характеристики сети или требуемых расходов и депрессий в течение срока службы шахты. Точки рабочих режимов ( $h_p - Q_{\text{ВГП}}$ ) должны лежать в области промышленного использования вентилятора. Характеристики шахтных вентиляторов и области их промышленного использования приведены в [3, 4, 5], а также в технических паспортах машин. В дипломном проекте, по согласованию с консультантом, можно выбирать ВГП по полученным значениям общешахтного расхода воздуха и депрессии. Эта точка должна лежать в области промышленного использования вентилятора.

## 2.2. Пример расчета

Расчет выполняем для условий рассмотренных выше примеров при условии установки вентилятора на клетевом стволе. Подача вентилятора в этих условиях составит:  $Q_{ВГП} = 1,25 \cdot 50,9 = 63,6 \text{ м}^3/\text{с}$  или  $3700 \text{ м}^3/\text{мин}$ . Расчетная депрессия вентилятора определяется с учетом местных сопротивлений конструкции вентиляторной установки (10-15 %):

$h_{ВГП} = 1,1 \cdot 208,5 = 220 \text{ Па}$  По данным параметрам с использованием технических паспортов выбираем вентилятор ВЦ-25М.

## 2.3. Варианты заданий

Для вариантов 1-5 место установки ВГП – на клетевом стволе.

Для вариантов 5-10 место установки ВГП – на скиповом стволе

## 2.4. Вопросы для самоконтроля (ответы в письменной форме).

2.4.1. Понятие способа и схемы проветривания шахты.

2.4.2. Область применения основных схем вентиляции шахт.

2.4.3. Область применения основных способов вентиляции шахт.

2.4.4. Основной принцип выбора ВГП.

## Практическое занятие № 3.

### Тема: «Контроль состава рудничной атмосферы и вентиляционных параметров»

Вентиляция шахт и рудников характеризуется значительной динамикой параметров в пространственной сети горных выработок. Состояние вентиляции шахт должно в связи с этим систематически контролироваться.

В соответствии с ЕПБ контролю подлежат следующие параметры вентиляции:

а) расход и скорость движения воздуха, проходящего через выработки и каналы вентиляторов;

б) концентрация кислорода, углекислого газа, окиси углерода, окислов азота, водорода, пыли;

в) температуры и относительной влажности воздуха;

г) давления и перепада давления (депрессии) в горных выработках;

д) контроль параметров работы главных вентиляторных установок, вентиляторов местного проветривания и вентиляционных сооружений.

Значения измеряемых параметров регистрируются в специальных журналах и наносятся на вентиляционные планы.

Контроль расхода воздуха производится практически во всех основных выработках с периодичностью не реже 1 раза в месяц. Определение объемного расхода воздуха  $Q$  (в  $\text{м}^3/\text{с}$ ) осуществляется путем непосредственного измерения средней скорости в сечении выработки  $V$  и самой площади  $S$  выработки  $Q = V \cdot S$

Измерение средней скорости движения воздуха осуществляется с помощью анемометров. Принцип действия анемометра заключается в передаче скоростного давления на лопасти или чашечки вертушки, которая приводится во вращение. Скорость вращения вертушки прямо пропорциональна скорости движения воздуха.

$$v = a + bn$$

где  $n$  – частота вращения вертушки;

$a$  и  $b$  – числовые коэффициенты, значения которых определяются для каждого анемометра путем тарировочных замеров скорости движения воздуха. Для каждого анемометра в заводских условиях строится график зависимости скорости движения от частоты вращения вертушки.

На практике наиболее широко используются крыльчатый анемометр АСО-3 и чашечный МС-13. С помощью АСО-3 измеряются скорости воздуха 0,15 до 5 м/с. МС-13 измеряются скорости от 1,5 до 20 м/с. Принцип действия таких анемометров: поток воздуха



действует на лопасти или чашечки, которые передают вращение стрелкам счетчика через струнную ось. Измерение скорости производится следующим образом: 1) записывают показание счетчика  $n_1$ ; 2) вводят анемометр в поток воздуха и в фиксированное время  $t_1$  включают механизм счетчика; 3) счетчик выключают через некоторое время (60- 100с) с фиксацией времени отключения  $t_2$ ; 4) снимают показания счетчика по анемометру  $n_2$ ; 5) определяют число делений в единицу времени по формуле б) определяют скорость воздуха  $v$  по графику паспорта прибора.

В последнее время начинают широко внедряться электротермоанемометры, позволяющие оперативно определять скорость воздуха без дополнительных расчетов с регистрацией воздействия скорости в виде электрических сигналов, передающих значение скорости на цифровое табло прибора в виде конкретных значений скорости воздуха в м/с. При использовании таких приборов можно измерить скорости от до 20 м/с. К ним относятся АПР-1, АПР-2, ИСВ-1.

Замерные станции и пункты замеров расходов воздуха располагаются, как правило, на прямолинейных участках. Измерение скорости воздуха с использованием анемометров осуществляется путем равномерного обвода сечения выработки по горизонтальным и вертикальным линиям так, чтобы за время замеров охватить все сечения выработки. В практике вентиляции используется метод определения средней скорости по измеренной максимальной скорости воздуха. При этом средняя скорость будет равна  $v = k v_{\max}$ , где коэффициент поля скоростей принимается равным 0,7-0,8 в зависимости от шероховатости стенок выработки. Площадь сечения выработки измеряется и подсчитывается по различным формулам в зависимости от формы сечения. Нередко значения площадей сечений заимствуют у маркшейдерской службы рудника.

Контроль содержания кислорода в рудничном воздухе осуществляется с помощью шахтного интерферометра ШИ-6, действие которого основано на принципе фиксации смещения интерференционной картины, возникающей при прохождении двух когерентных лучей света через камеры, одна из которых заполнена чистым воздухом, а другая воздухом с примесью какого-либо газа, отличающегося от воздуха показателем преломления. Отбираемый воздух с помощью резиновой груши пропускается через систему фильтров и заполняет измерительные камеры. После этого включается источник света и через окуляр определяется концентрация кислорода по степени смещения интерференционной картины. Точность измерения  $\pm 0,1\%$ , пределы измерения 5-21%. Для непрерывного контроля кислорода имеется переносной сигнализатор кислорода СКП-1. Пределы измерения его 13-21%, световая сигнализация осуществляется при снижении  $O_2$  до 19%. Принцип действия прибора основан на использовании явления термомагнитной конвекции кислородосодержащего газа. По изменению электрического сопротивления за счет охлаждения чувствительного элемента определяется концентрация  $O_2$  в газовой смеси. Содержание кислорода определяется также с помощью химического газоопределителя ГХ-6. Принцип действия его заключается в изменении окраски веществ при их реакции с контролируемым газом. Прибор представляет собой аспиратор и индикаторные трубки. Погрешность этого прибора  $\pm 5\%$  от верхнего предела шкалы. Проба воздуха аспиратором прокачивается через трубку, в которой происходит цветная реакция. По высоте окрашенного столбика определяют концентрацию газа.

Контроль содержания углекислого газа в воздухе осуществляется с помощью шахтных интерферометров ШИ-3, ШИ-5, ШИ-7, ШИ-8 и ШИ-10. Прибор ШИ-3 позволяет определять концентрацию углекислого газа в диапазоне от 0 до 6% с точностью  $\pm 0,3\%$ . Модификация прибора ШИ-5 отличается от ШИ-3 тем, что в качестве источника освещения предусмотрено использование головного светильника индивидуального освещения. Прибор ШИ-7 предназначен для измерения высоких концентраций газа (до 100%). ШИ-8 и ШИ-10 отличаются более высокой точностью измерения концентрации газа ( $\pm 0,2\%$ ). Содержание углекислого газа может измеряться химическим газоопределителем ГХ-5 с индикаторными трубками  $CO_2$  -2 с пределами измерения до 2%,  $CO_2$  -15 – до 15%,  $CO_2$  -



50 до 50% углекислого газа. Погрешность измерения CO<sub>2</sub> составляет 10% от верхней шкалы каждой трубки.

Контроль концентрации метана осуществляется переносными приборами эпизодического действия, переносными автоматическими и стационарными автоматическими приборами. В качестве переносных используются те же приборы, что и для определения углекислого газа ШИ-3, ШИ-5, ШИ-7, ШИ-8 и ШИ-10. При контроле концентрации метана с помощью этих приборов воздух перед поступлением в измерительную камеру проходит через химический поглотитель углекислого газа, а при измерении этими приборами CO<sub>2</sub> поглотитель отключается. В первом случае измеряется концентрация метана, во втором – суммарная концентрация метана и углекислого газа. По разнице этих концентраций определяется концентрация углекислого газа.

Большое распространение в измерениях концентрации метана получили датчики, основанные на принципе термокаталитического окисления метана на поверхности чувствительного элемента. На этом принципе основана работа переносных автоматических анализаторов метана СМП-1 и СШ-2. Эти приборы оснащены системой звуковой и световой сигнализации при измерении метана от 2% и выше.

Эксплуатируется серийно выпускаемая аппаратура АМТ-3. Она является универсальной и на ее основе можно создавать системы как местной, так и общешахтной автоматической защиты и централизованного телеконтроля концентрации метана. С помощью АМТ-3 производится измерение концентраций метана в диапазоне до 2,5%. Используются также ряд зарубежных систем контроля.

Контроль концентрации окиси углерода, окислов азота, сероводорода, сернистых газов осуществляется переносными химическими газоопределителями ГХ-4. Пределы измерений CO от 0 до 0,2%, NO<sub>x</sub> от 0 до 0,005%, H<sub>2</sub>S – от 0 до 0,0066%, SO<sub>2</sub> – от 0 до 0,007%.

Погрешность измерения  $\pm 25\%$ . Кроме того, эксплуатируются автоматические приборы (отечественные не точны и не надежны, зарубежные – Германия, Япония – дороги).

Контроль концентрации водорода, углеводородов осуществляется посредством химического анализа проб воздуха в газоаналитических лабораториях ВГСЧ с использованием комплексных методов анализа.

Контроль температуры воздуха осуществляется с помощью специальных ртутных термометров, а также самописцев-термографов.

Контроль относительной влажности воздуха, представляющей собой отношение массы водяных паров во влажном воздухе к массе водяных паров при полном насыщении воздуха и той же температуре, выраженной в процентах, осуществляется с использованием психрометра. Психрометр состоит из двух термометров, размещенных в защитных оправах. Резервуары термометров заключены в защитные трубки. В верхней части закреплены в колпачках, над которыми закреплен аспиратор, приводящийся в движение пружиной, заводимой ключом. Перед измерением один из термометров увлажняется за счет того, что резервуар его оборачивается батистовой тряпочкой, увлажняемой с помощью пипетки с водой. Вследствие испарения влаги увлажненный термометр показывает меньшую температуру, чем сухой термометр. Относительная влажность воздуха определяется по разности сухого и мокрого термометра с помощью специальных психрометрических таблиц.

Контроль давления воздуха осуществляется с помощью барометров-анероидов и барографов. Принцип действия барометров анероидов основан на измерении объема воздуха, находящегося в герметичном корпусе, при изменении давления. Особо чувствительны являются микробарометры с пределами измерений давления 720-840 мм рт.ст., погрешность  $\pm 0,3$  мм рт.ст., у оптических микробарометров предел измерения 80 мм рт.ст., точность отсчета 0,02 мм рт.ст. Микробарографы обладают точностью измерения атмо- сферного давления такой же как микробарометры, и предназначены в качестве

контрольных приборов при проведении депрессионных съемок. Последние модификации микробарографов типа М-75-2 предназначены для непосредственного проведения депрессионных съемок. Рабочий диапазон измеряемого атмосферного давления М-75-2 от 710 до 830 мм рт.ст, с перестройкой от 640 до 860 мм рт.ст. Цена деления отсчетного устройства 0,02 мм рт.ст. или 2,66 Па (0,27 мм вод.ст.) с пределом допустимой погрешности 4%.

Ранее для измерения депрессии использовались многопредельные микроманометры ММН. ММН позволяет измерять перепады давления 250 мм вод.ст. с точностью до 0,1 мм вод.ст. Измерение депрессий с помощью ММН сопряжено с использованием резиновых трубок, протягиваемых по выработкам; установка, регистрация отсчетов довольно трудоемки и в настоящее время практически этот способ проведения депрессионных съемок не используется. В последнее время начинают использовать электронные микробарографы зарубежного производства, отличающиеся высокой точностью, малыми габаритами, но они довольно дороги.

Организация пылевентиляционной службы предусмотрена для систематического контроля вентиляции на каждом подземном горном предприятии. Начальниками участков пылевентиляционной службы (ПВС) могут быть лица, имеющие высшее или среднее горнотехническое образование и стаж работы на рудниках не менее одного года. В штат ПВС входят горные мастера и газомерщики. Контроль за состоянием проветривания выработок включает в себя проверку расхода и скорости воздуха, определение депрессии в выработках и шахты в целом, проверку химического состава воздуха. Основная задача проветривания шахт – обеспечить все действующие забои достаточным расходом воздуха, в случаях неудовлетворительного проветривания лица вентиляционного надзора должны установить причины этого явления и устранить недостатки. Работники ПВС ежемесячно осматривают все вентиляционные устройства (двери, перемычки и пр.), осуществляют контроль за соблюдением пылегазового режима. В обязанности ПВС входит составление и корректировка вентиляционных планов и составление отчетности по вентиляции. Вентиляционные планы ежемесячно пополняются и не реже одного раза в полугодие (год) составляться заново. ПВС производит текущий ремонт вентиляционных устройств и вентиляционных выработок.

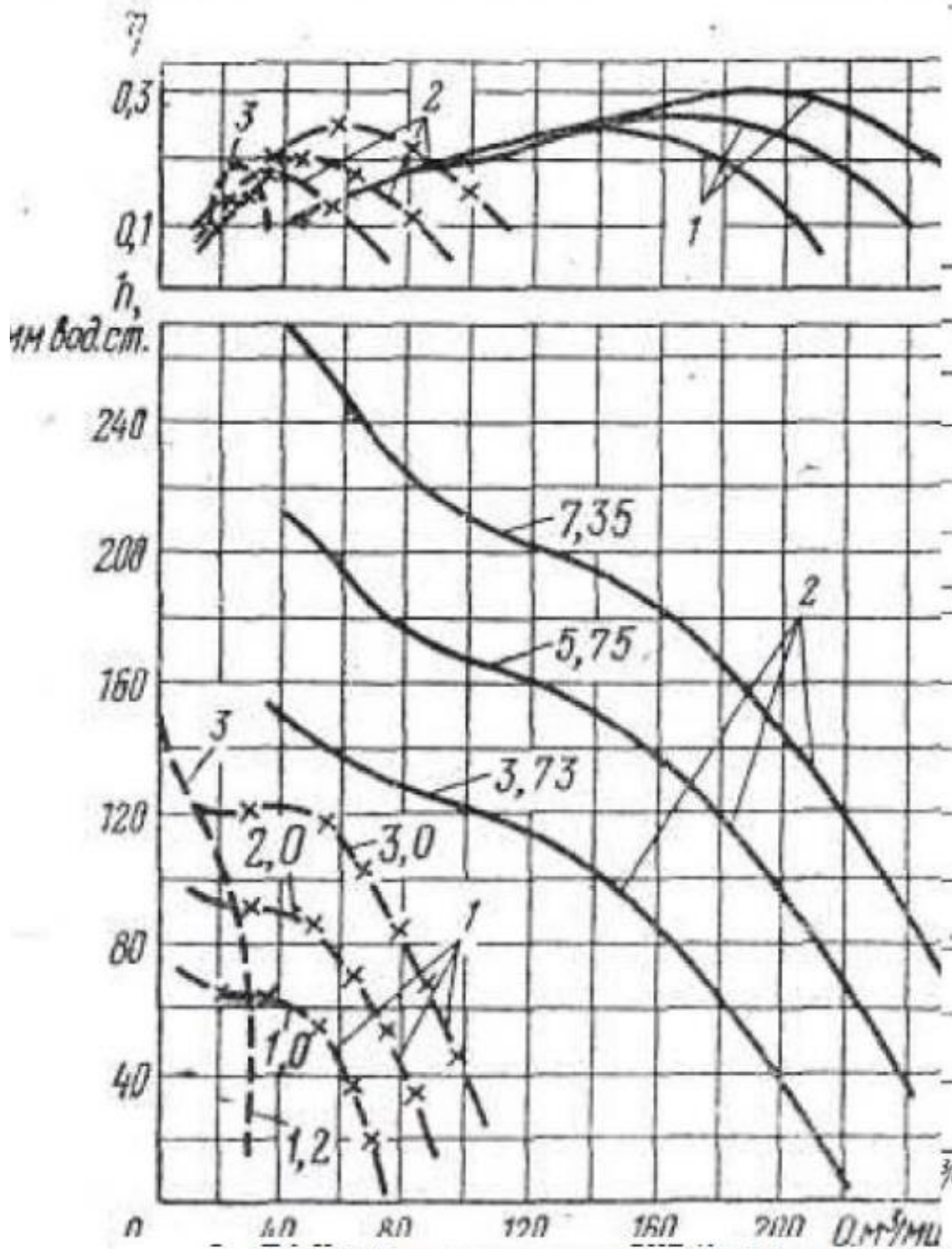


Рис. П-5. Характеристики вентиляторов: а - Вм-8м, б - ВМ-12М с одним (сплошные линии) и двумя (пунктирные линии) вентиляторами в установке

Рис. П-6. Характеристика пневматических вентиляторов: 1 - ВМП-3м; 2 - ВМП-5; 3 - ВКМ-200А.

На графиках цифрами указан расход сжатого воздуха при давлении  $50 \text{ Н}/\text{см}^2$

Рис. П-4. Характеристика вентилятора ВЦ-1.

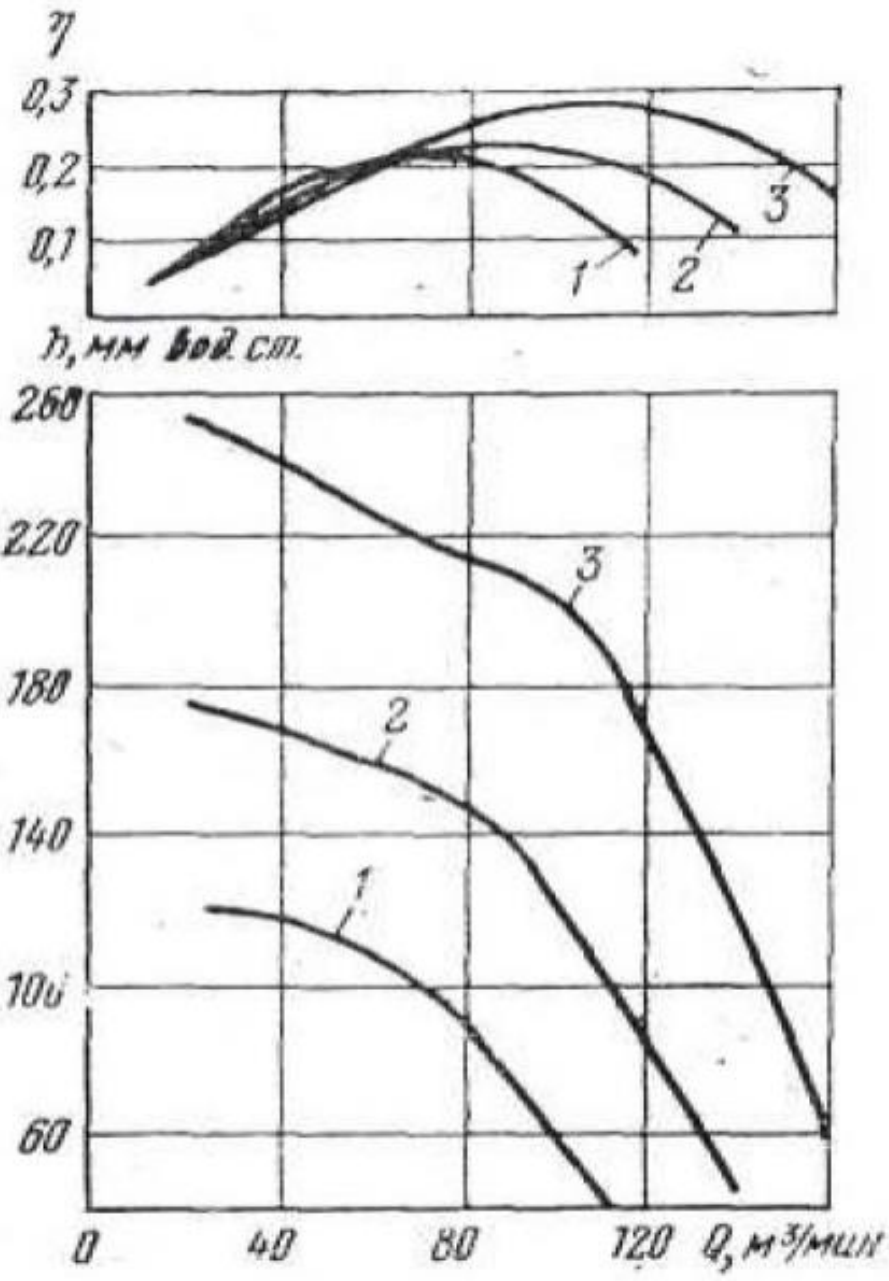


Рис. П-7. Характеристика вентилятора ВМП-4, для расхода сжатого воздуха: 1 - 2,6 м<sup>3</sup>/мин; 2 - 4,0 м<sup>3</sup>/мин; 3 - 5,0 м<sup>3</sup>/мин;

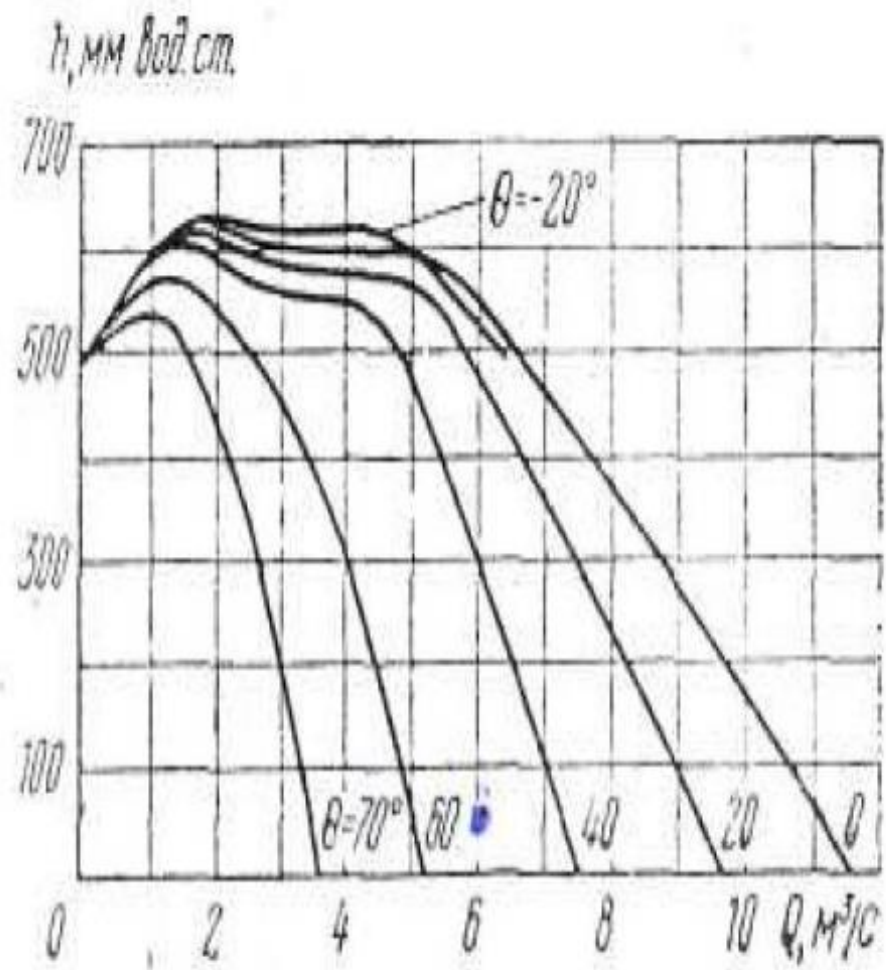


Рис. П-8. Характеристика вентилятора ВЦО-0,6

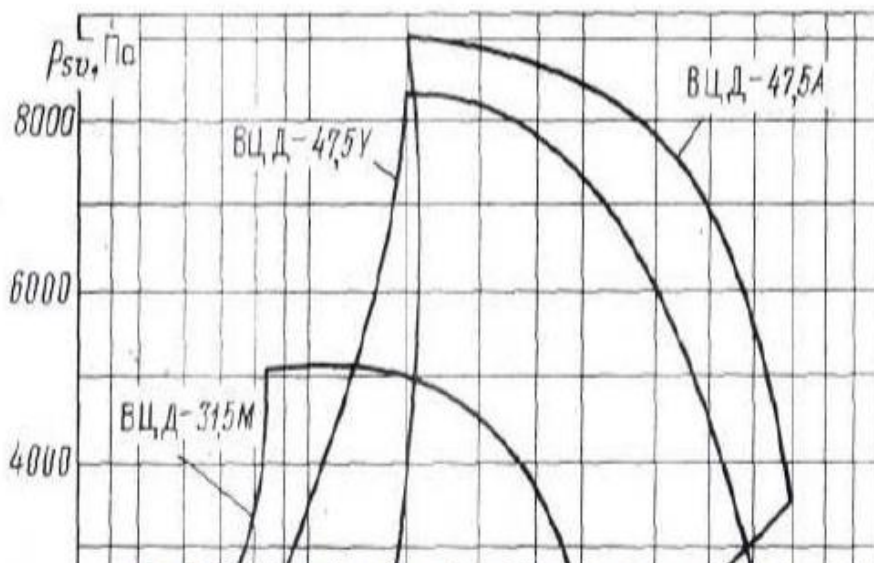
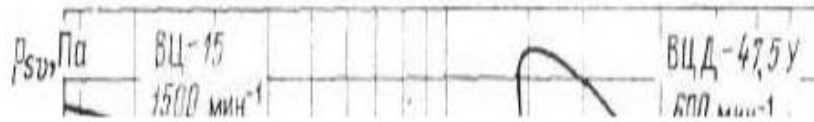
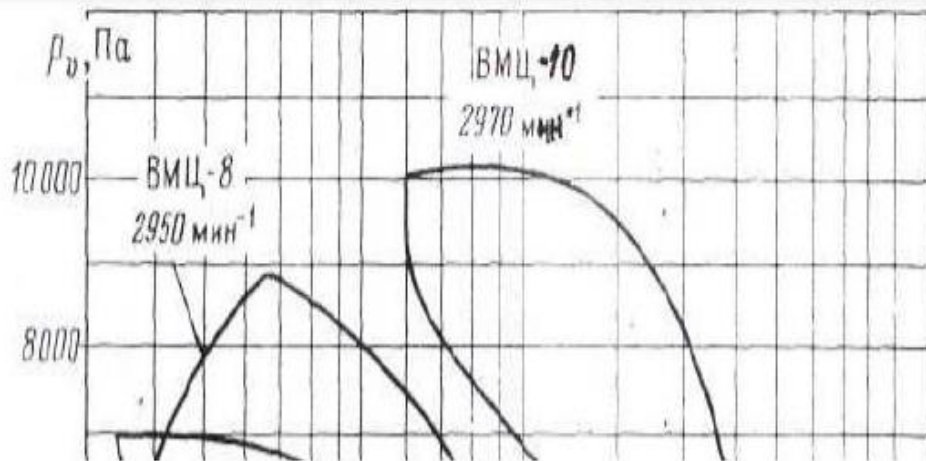


Рис. П-9. Сводный график областей промышленного использования шахтных вентиляторов для проветривания протяженных подготовительных выработок, шурфов и др.

Рис. П-13. Сводный график областей промышленного использования шахтных центробежных вентиляторов главного проветривания с регулируемым электроприводом

0  
40