МИНИСТЕРСТВО УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР
СОЮЗШАХТОСТРОЙ

Всесоюзный научно-исследовательский институт
организации и механизации шахтного строительства
ВНИИОМШС

Руководство (рекомендации)

по повышению герметичности шахтных воздухораспределительных устройств

Харьков 1976

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР
СОЮЗШАХТОСТРОЙ
Всесоюзный научно-исследовательский институт
организации и механизации шахтного строительства
ВНИИОМШС

УТВЕРЖДЕНО
Заместителем Министра угольной
промышленности СССР
Ф. Ф. КУЗЮКОВЫМ
10 июня 1976 года

Руководство (рекомендации)

по повышению герметичности шахтных воздухораспределительных устройств

Харьков, 1976

УДК 622.456

РУКОВОДСТВО ПО ПОВЫШЕНИЮ ГЕРМЕТИЧНОСТИ ШАХТНЫХ ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ, ХАРЬКОВ, ВНИИОМШС, 1976

Руководство содержит технические требования к воздухораспределительным устройствам и герметизирующим покрытиям. Изложены методы определения утечек воздуха через вентиляционные сооружения и устройства, средства и способы повышения их аэродинамических показателей, нормы утечек воздуха с применением герметизирующих покрытий на основе полимерных материалов и без них, а также техника безопасности при их нанесении и технико-экономические показатели.

Руководство предназначено для проектных организаций, служб вентиляции, инженерно-технического персонала занятого на строительстве и эксплуатации горных предприятий.

Табл. 16, ил. 26.

© Всесоюзный научно-исследовательский институт организации и механизации шахтного строительства (ВНИИОМШС), 1976.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Воздухораспределительные сооружения и устройства являются важным звеном в системе вентиляции шахт.

От качества их возведения зависит проветривание горных выработок и шахт в целом.

Многочисленные исследования показали, что воздухораспределительные устройства на ряде шахт находятся в неудовлетворительном состоянии, а утечки воздуха через них значительно превышают нормативные.

Применяемые для герметизации вентиляционных сооружений материалы (песок, цемент, глина и др.) малоэффективны и не соответствуют условиям эксплуатации, особенно в выработках с активным горным давлением. Воздухопроницаемость перемычек, оштукатуренных этими материалами, со временем быстро возрастает.

В последнее время ведутся работы по изысканию новых материалов, которые бы резко повысили герметичность и срок службы вентиляционных устройств. Это цементно-полимерные и полимерные покрытия, а также комбинации из них.

В Руководстве приведены рекомендации по применению таких покрытий.

Руководство разработано на основании исследований, выполненных ВНИИОМШСом, ИГД им. А. А. Скочинского, Донецким ПромстройНИИпроектом и МакНИИ.

Руководство разработали: инж. **Ф. А. Кожанов** (ВНИИОМШС), докт. техн. наук **Ф. С. Клебанов**, канд. техн. наук **В. А. Костин** (ИГД им. А. А. Скочинского), канд техн. наук **И. И. Михеев** (Донецкий ПромстройНИИпроект).

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Для определения качества герметизирующего покрытия необходимо измерить депрессию и утечки (подсос) воздуха до и после нанесения покрытия и сравнить результаты.

Герметизирующие покрытия на основе цементно-полимерных, полимерных и комбинированных составов могут применяться на шахтах и рудниках для подземных и поверхностных сооружений и устройств из различныхматериалов—кирпича, бетона, шлакобетона, бетонита, песчаника, песчанистого и глинистого сланцев, дерева, металла, угля и др.

2. ВЕНТИЛЯЦИОННЫЕ СООРУЖЕНИЯ И УСТРОЙСТВА

2.1. Назначение и классификация

Вентиляционные сооружения и устройства предназначаются для распределения воздуха в шахтной вентиляционной сети и подразделяются на две группы:

1) для изоляции выработок от доступа воздуха—перемычки, двери, ляды, клапаны, шлюзы, надшахтные здания вентиляционных стволов;

2) для прохода воздуха и изменения направления воздушной струи-кроссинги, вентиляционные трубы, вентиляционные каналы вентиляторных установок, устройства для перемены направления движения воздуха.

2.2. Основные технические требования

От правильного устройства применяемых в шахтах вентиляционных сооружений зависит во многих случаях как величина общешахтной депрессии, так и количество поступающего в забои воздуха.

Через неплотные надшахтные здания, вентиляционные каналы вентиляторных установок, шлюзы, двери обычно просачивается большое количество воздуха, устремляющегося «на короткую» (исходящую) струю.

К вентиляционным сооружениям (устройствам) первой группы (п. 2.1) предъявляются следующие требования: возможно большее аэродинамическое сопротивление и воздухонепроницаемость.

Сооружения второй группы для достижения наименьшего сопротивления движению через них воздуха должны иметь по возможности легко обтекаемые формы.

СООРУЖЕНИЯ НА ПОВЕРХНОСТИ

Вентиляционные каналы вентиляторных установок. Вентиляционный канал, через который проходит весь воздух, должен иметь минимальное аэродинамическое сопротивление. Поэтому при проектировании и сооружении этих каналов необходимо соблюдать следующие условия:

возможно меньшая длина и достаточное поперечное сечение;

гладкая облицовка стен;

плавный поворот струи воздуха в месте сопряжения канала со стволом (всякий поворот канала должен быть скруглен);

расположение канала на глубине не менее 0,5 м от поверхности;

потеря давления не более 10% от общей депрессии шахты. Для соблюдения этих условий необходимо принимать поперечное сечение канала таким, чтобы площадь его была не менее чем в 1,5 раза больше площади поперечного сечения колеса вентилятора.

НАДШАХТНОЕ ЗДАНИЕ И УСТРОЙСТВА ДЛЯ ЗАКРЫТИЯ УСТЬЯ ВЕНТИЛЯЦИОННОГО СТВОЛА

Герметизация здания сводится к обеспечению такой плотности стен, дверей, окон всего или части здания, чтобы при открытом устье ствола подсос наружного воздуха через здание составлял не более 10—12% в зависимости от конкретных условий использования ствола. Сообщение герметизированной части здания с наружной атмосферой должно осуществляться через шлюз с двумя парами дверей. Для облегчения открывания дверей следует устраивать окно с дверкой (заслонкой), а также рычажные приспособления. При открывании одних дверей другие должны быть закрыты, что позволяет пропускать через шлюз грузы, не нарушая герметизации.

Обеспечить и поддерживать в хорошем состоянии герметизацию здания довольно трудно. Поэтому ни при строительстве, ни при эксплуатации нельзя пренебрегать малейшими возможностями повышения герметичности здания и в том числе такими, как уплотнение дверей, устройство клапанов над отверстиями для прохода канатов, тщательное остекление здания и т. д.

При клетевом подъеме в случаях, когда по какой-либо причине герметизация здания исключается, делают перемычки, позво-

ляющие изолировать устье ствола от наружной атмосферы.

В стволах, не используемых в качестве подъемных, применяется глухое перекрытие устья в виде перемычки.

Оно должно быть достаточно прочным, пожаробезопасным и

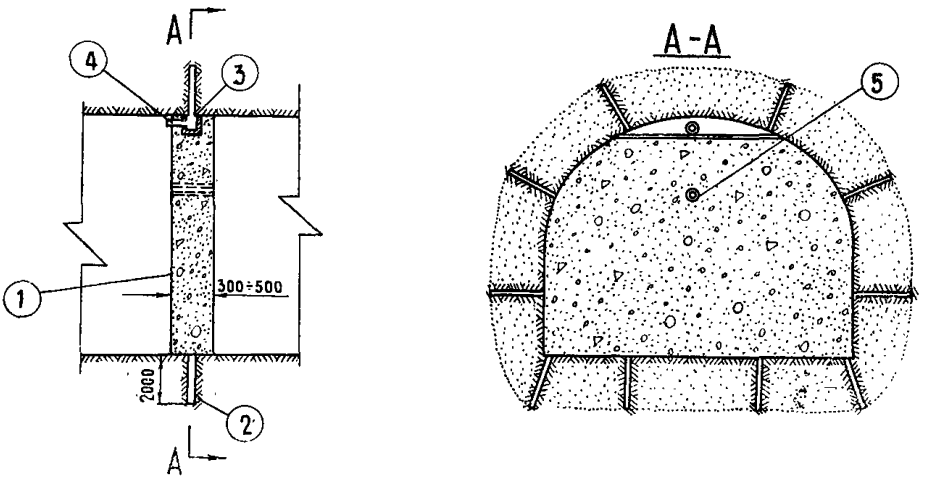


Рис. 1. Перемычка бетонная

ПРИМЕЧАНИЯ:

1. Перед возведением перемычки породы на контакте с нею цементируются: бурятся скважины глубиной до 2 м, диаметром 50—60 мм, в которые вводится под давлением цементный раствор.

2. После цементации пород перемычка возводится обычным способом. Вруб не делается.

3. Вверху выработки в замковой части бетон уплотняется. Укладывается деревянный желобок. По трубке подается цементный раствор.

Расход материалов на 1 м² перемычки

Наименование	Ед. изм.	Кол.
Бетон	м³	0,5
Доски 30х100	м³	0,3—
Металл	кг	0,5
		0,003

№ поз.	Наименование	Кол.	Примеч.
1	Бетонная перемычка	1	
2	Скважины вокруг выработки для цементации пород	10	Кол. в зависимости от сечения выработки
3	Деревянный желобок для цементации сопряжения	1	
4	Трубка, соединяющая желобок для подачи раствора	1	
5	Трубка для отбора проб воздуха в запермычен-ном пространстве	1	

воздухонепроницаемым. Более подробно вопросы герметизации сооружений на поверхности изложены в «Рекомендациях по проектированию, строительству и эксплуатации герметических надшахтных зданий и сооружений», М.. «Недра», 1975, разработанных Донецким ПромстроНИИпроектом.

ПОДЗЕМНЫЕ СООРУЖЕНИЯ

Перемычки сооружаются для прекращения движения воздуха по выработкам, для изоляции одних выработок от других. В зависимости от назначения и срока службы перемычки делаются различного типа и из различного материала (бетон, шлакобетон, кирпич, бетониты, шлакоблоки, камень, дерево и др). Они должны иметь малую воздухопроницаемость, что зависит от конструкции качества изготовления и величины перепада давления воздуха в месте их установки.

Бетонная перемычка (рис. 1) изготовляется из жирного бетона (состав 1:2:3) с заполнителем крупностью до 50 мм. Толщина перемычки в зависимости от сечения выработки и условий ее установки--от 300 до 500 мм.

Перед возведением перемычки в прилегающих породах пробуриваются шпуры глубиной до 2 м, затем в них нагнетается цементный раствор, который заполняет все пустоты и трещины в породах. Таким путем обеспечивается уплотнение пород и предупреждение утечек воздуха через трещины. Перемычки рекомендуется применять в выработках околоствольных дворов с трещиноватыми боковыми породами.

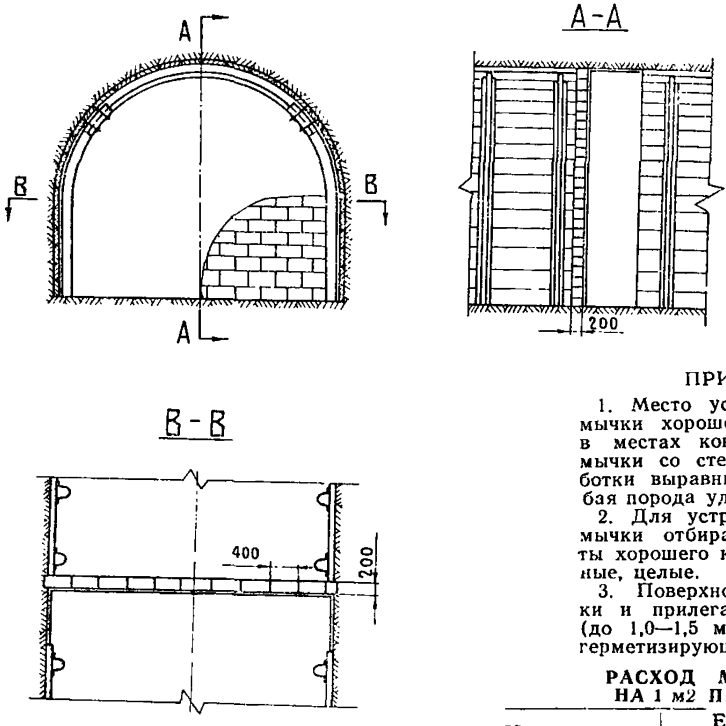
Сооружение перемычек и других вентиляционных устройств, как правило, приходится осуществлять в закрепленных горных выработках. Если крепь монолитная (бетон, набрызгбетон, железобетонные замоноличенные блоки), то установка и герметизация перемычек может осуществляться так же, как в незакрепленных выработках. При немонолитной крепи (деревянная, сборная, железобетонная, металлическая) в трещиноватых скальных породах в местах установки перемычек или других вентиляционных сооружений следует заменять указанные виды крепи штангами с набрызгбетоном.

В песчано-глинистых и других слабых породах в указанных местах требуется установка жестких монолитных крепей с тампонажем закрепного пространства.

Иначе герметизация перемычки в зоне сильно трещиноватых горных пород не может дать ожидаемого эффекта.

Если заранее известно место сооружения вентиляционных устройств, то уже в период проведения выработок необходимо закрепить эти места указанным способом.

На рис. 2 показана перемычка из бетонитов с герметизирующим покрытием. Аналогичные перемычки могут возводиться из других материалов.



ПРИМЕЧАНИЯ:

1. Место установки перемычки хорошо очищается, в местах контакта перемычки со стенками выработки выравнивается, слабая порода удаляется.
2. Для устройства перемычки отбираются бетониты хорошего качества—плотные, целые.
3. Поверхность перемычки и прилегающих пород (до 1,0—1,5 м) покрывается герметизирующим составом.

РАСХОД МАТЕРИАЛОВ НА 1 м2 ПЕРЕМЫЧКИ

Наименование	Ед. изм.	Кол.
Бетонит	шт.	12
Цементный раствор	м3	0,07

Рис. 2. Перемычка из бетонитов с герметизирующим покрытием

Двери предназначаются для прохода людей и перемещения грузов через перемычки, в которых они устанавливаются. Двери бывают вентиляционные и противопожарные.

Для дверей, разделяющих вентиляционные струи, должны соблюдаться следующие условия:

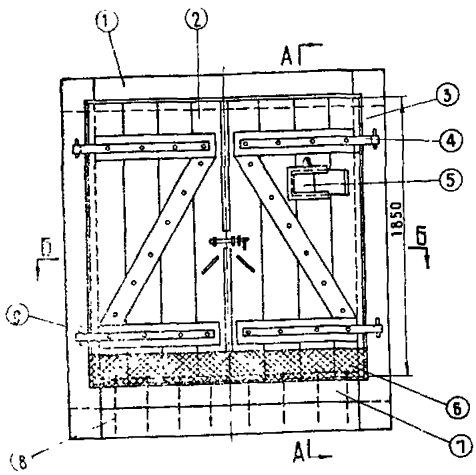
1) число дверей должно быть не менее двух, причем расстояние между дверями должно быть таким, чтобы при открывании одной из них, другая была закрыта. Если по выработке, где установлены двери, происходит только движение людей, то это расстояние должно быть не менее 5 м;

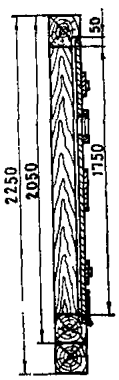
2) двери должны быть деревянными, толщиной не менее 40—

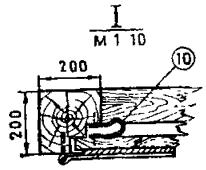
50 мм, обшиты листовым железом или другим воздухонепроницаемым материалом или железными толщиной, определяемой расчетом, но не менее 4 мм:

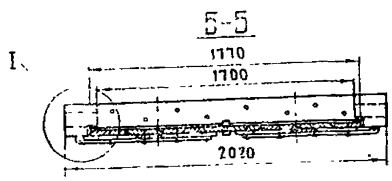
3) для снижения утечек воздуха через перемычку с дверью применяются следующие меры:

— под ней углубляется водоотливная канавка, которая заполняется водой (водяной шлюз);









Поз	Наименование	Кол.	Вес	Материал
1	Брус 200х200; l = 2020 ГОСТ 8486-57	—	—	Сосна 0,12 м3
2	Доски 40х250 и 40х130 ГОСТ 8486-57	—	—	Сосна 0,16 м3
3	Брус 200х200; l = 2250 ГОСТ 8486-57	—	—	Сосна 0,14 м3
4	Планка для навесов 6х40; l = 1000	4	1,9	Ст. 3 ГОСТ 535-58
5	Окно вентиляционное	1		
6	Фартук 200х х900х4	2	10,2	Резина ГО 7338 55
7	Брус 200х200; l = 1800 ГОСТ 8486—57	—	—	Сосна 0.05 м3
8	Костыль 15х х400	8	1,5	Ст. 3 ГОСТ 535-58
9	Крюк навесной	4	0,4	Ст. 3 ГОСТ 535-58
10	Прокладка резиновая 250х4		6,0	Резин. смесь СТУ 11-405-63

ПРИМЕЧАНИЯ:

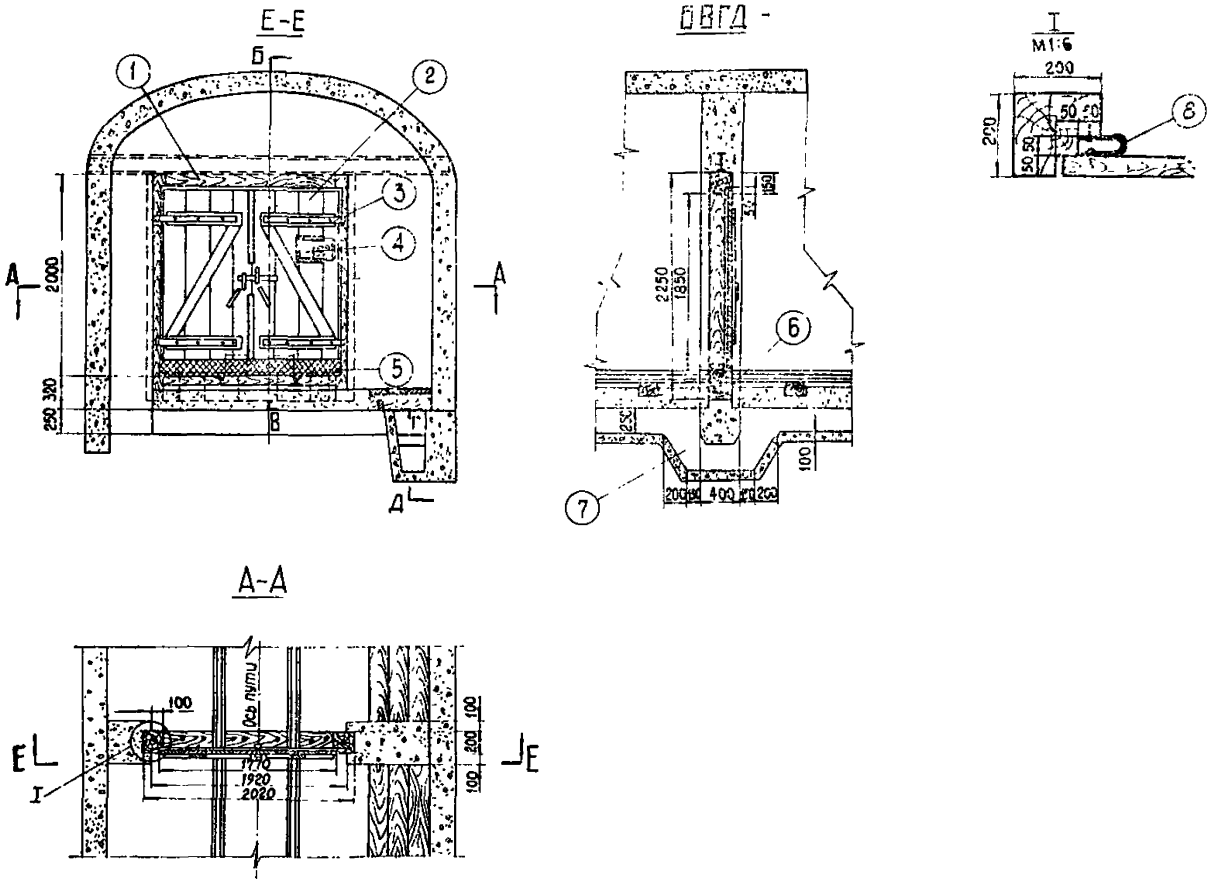
1. Вентиляционное окно устраивается из условия необходимого проветривания горной выработки и облегчения открывания дверей.

2. Брус (поз. 7) распиливается на 3 части с целью укладки их между рельсами.

Рис. 3. Вентиляционная дверь

— при наличии в выработке рельсового пути пространство между шпалами на расстоянии 2—3 м по обе стороны перемычки плотно заполняется балластом или песком;

— к дверному окладу в месте прилегания к нему двери, а так-



ПРИМЕЧАНИЯ:

1. Бетонную перемычку покрыть герметизирующим ставом

2 К дверному окладу в местах прилегания двери прикрепляется уплотнительная прокладка.

3. Для плотного прилегания дверей следует применять пружинное устройство

№ поз	Наименование	Кол.	Вес	Материал
1	Полный дверной оклад из брусьев 200х200	—	—	Сосна 0,26 м3
2	Дверь двухстворчатая	—	—	Сосна 0,16 м3
3	Полоса 6х40, l = 1000 ГОСТ 103-57	4	1,9	Ст. 3 ГОСТ 535-58
4	Окно вентиляционное	1		
5	Фартук 200х1000х3	2	10,2	Резина ГОСТ 7338-55
6	Брус 200х200, l = 2020	1		Сосна 0,06 м3
7	Водяной затвор водоотводной канавки	1		Бетон
8	Резиновая прокладка 250х6. l = 3700	1	6,0	Резиновая смесь СТУ-11-405-63

Рис. 4. Перемычка бетонная с дверью

же между створками двустворчатой двери, прикрепляется уплотнительная прокладка.

При движении по выработке транспорта расстояние между дверями должно быть больше максимальной длины подвижного состава.

Рекомендуются следующие шлюзовые устройства: при депрессии до 50 мм вод. ст.—две перемычки с дверями, свыше 50 мм вод. ст.—две пары перемычек с расстоянием между ними не менее максимальной длины подвижного состава, а между перемычками в паре 5—10 метров.

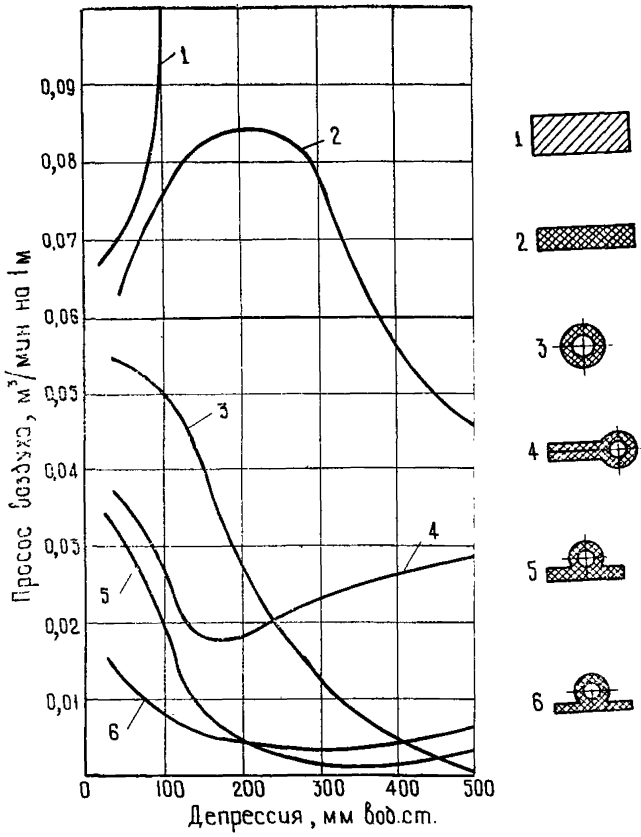


Рис. 5. Зависимость воздухопроницаемости различных типов уплотнительных прокладок от депрессии:

1—войлочная прокладка; 2—из транспортерной ленты; 3—из прорезиненного шланга; 4—петлеобразная резиновая; 5 и 6—профилированная резиновая, тип I и II

На рис. 3 и 4 соответственно показаны двухстворчатые двери отдельно и совместно с бетонной перемычкой.

Эти же меры относятся и к реверсивным дверям.

Графики зависимости воздухопроницаемости от депрессии различных типов уплотнительных прокладок показаны на рис. 5.

Вентиляционные двери должны закрываться автоматически, а при установке дверей на главных откаточных путях с интенсивной откаткой автоматически закрываться и открываться или обслуживаться специальными людьми-дверовыми.

Самозакрывание двери может обеспечиваться за счет установки дверной рамы с наклоном около 80°, установки противовеса, пружины и другими способами.

Ляды, устанавливаемые в наклонных или вертикальных выработках, имеют то же назначение, что и вентиляционные двери. Ляды делаются деревянными на деревянной раме или металлическими. Для облегчения открывания ляд устанавливаются противовесы.

Кроссинги (воздушные мосты) устанавливаются для перебрасывания одной воздушной струи через другую в местах их пересечения.

Кроссинги должны быть прочными, воздухонепроницаемыми и обладать возможно меньшим аэродинамическим сопротивлением.

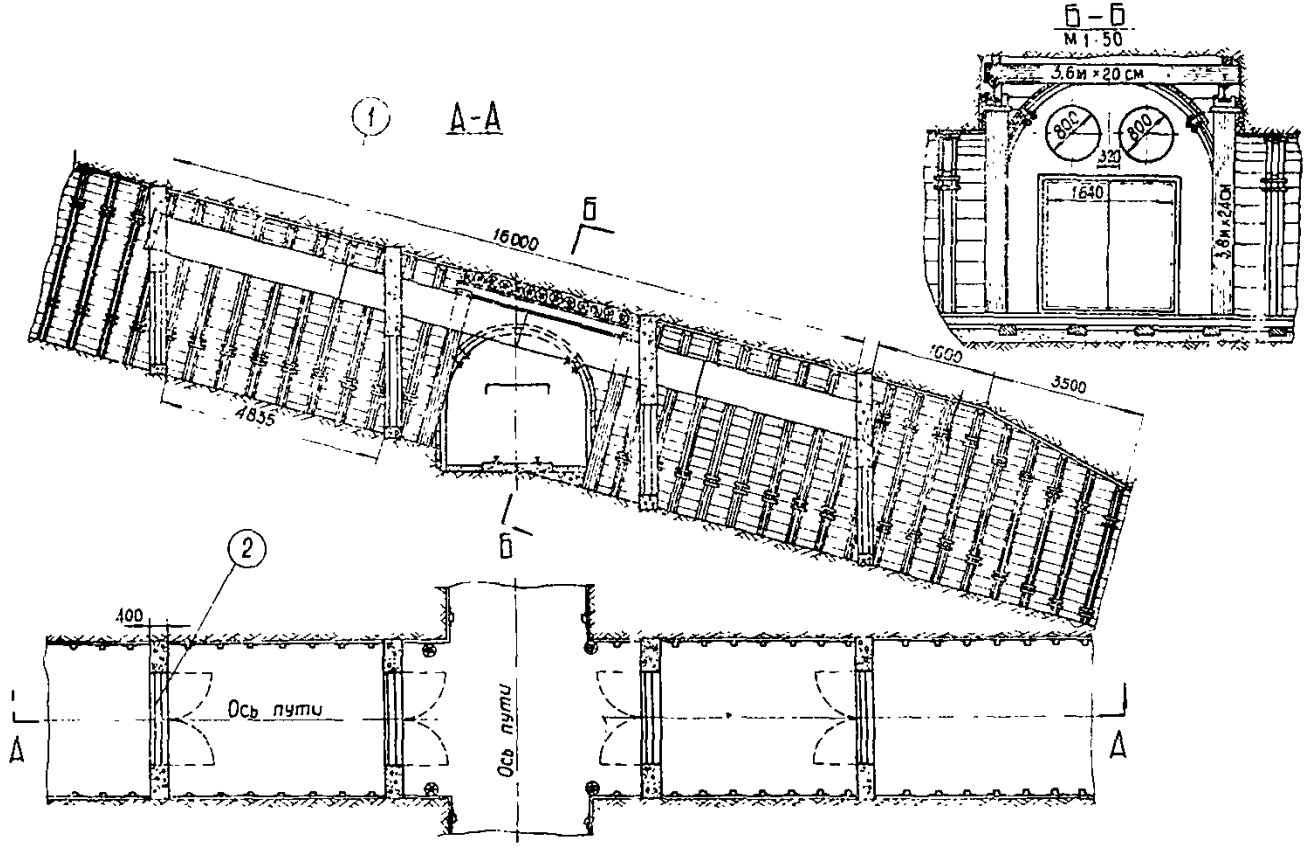
Капитальные кроссинги на главных воздушных струях необходимо сооружать из камня, кирпича или бетона; для пропуска воздуха в количестве 20м³/с и более необходимо проводить обходные выработки.

Участковые кроссинги должны сооружаться из камня, бетона или металлических труб, сечением не менее 0,5 м² с толщиной стенки не менее 5 мм. Перемычки у кроссингов должны быть каменными или бетонными.

Для уменьшения сопротивления кроссингов устраиваются коллекторы и диффузоры, представляющие собой плавно сужающиеся или расширяющиеся участки выработок перед кроссингами и за ними. (Рис. 6).

Трубы кроссинга на концах снабжаются раструбами для снижения сопротивления воздуху на входе и выходе. Трубы располагаются в четырех бетонных перемычках с дверями.

Высота выработки, в которой прокладываются трубы кроссинга, несколько увеличивается. Для крепления используются те же металлические арки, к которым внизу присоединяются отрезки того же профиля. Площадка в месте пересечения выработок закрепляется так, чтобы под кроссингами оставалось достаточное пространство для прохода людей и грузов, а зазоры и проходы для людей соответствовали ПБ.



ПРИМЕЧАНИЯ:

1. Соединение отдельных звеньев труб осуществляется при помощи фланцев и болтов
2. Крепление выработки на участке кроссинга осуществляется металлическими арками с удлиненными ножками

№ поз.	Наименов.	Кол	Вес	Материал	Примечание
1	Труба ∅ 800	2	474	Сталь	Вентиляционная дверь в бетонной перемычке
2	Вентиляционная дверь в бетонной перемыч.	4	213	Дерево	

Рис. 6. Кроссинг трубчатый

Общие требования к воздухораспределительным устройствам:

1) обеспечение нормального распределения воздуха по сети горных выработок в период строительства и эксплуатации шахты;

2) малая воздухопроницаемость зависит от конструкции, качества изготовления, величины перепада давления воздуха в месте установки;

3) низкая стоимость и простота в изготовлении;

4) возможность использования в период строительства и в период эксплуатации шахты;

5) доступность для осмотра и ремонта;

6) обеспечение передвижения людей и транспорта без нарушения системы вентиляции.

2.3. Защита от коррозии вентиляционных труб и металлоконструкций

Для предохранения от коррозии, увеличения срока службы и улучшения аэродинамических свойств внутренняя и наружная поверхности труб покрываются полимерным составом разработанным ВНИИОМШСом. Этим же составом покрываются и другие металлоконструкции воздухораспределительных устройств.

Коррозионная стойкость и срок службы труб зависят от качества подготовки поверхности под покрытия—полное удаление продуктов коррозии, либо применение преобразователей ржавчины. При соблюдении указанных мер срок службы труб составляет 10—15 лет.

Предлагаются следующие составы преобразователей ржавчины.

Состав № 1.

1) 100 весовых частей танина добавляют при перемешивании к 200 весовым частям ацетона или этилового спирта. Растворение танина производят в плотно закрывающейся стеклянной, пластмассовой (не растворяющейся в ацетоне) или эмалированной посуде во избежание испарения ацетона или спирта. Продолжительность полного растворения танина—до 24 часов.

2) 70 весовых частей ортофосфорной кислоты (уд. вес 1,64) растворяют при перемешивании, подливая кислоту в воду, в 700 весовых частях деминерализованной или дистиллированной воды.

3) В раствор танина добавляют при перемешивании 30 весовых частей бутилового спирта (который можно добавлять также и в последнюю очередь) и водный раствор ортофосфорной кислоты.

После смешения всех компонентов раствор готов к применению и наносится на поверхность труб и металлоконструкций кистью или ветошью

Через 20—30 мин поверхность металла, обработанная преобразователем, окрашивается в синий цвет; если этого не произошло, обработку следует повторить, однако не ранее чем через 24 часа после первой.

Через 2—3 часа (не раньше) преобразованная поверхность металла грунтуется и окрашивается.

Состав № 2.

380 весовых частей ортофосфорной кислоты растворяют, подливая при перемешивании в 775 весовых частей воды, затем в этот раствор вводят 100 весовых частей фосфата алюминия и греют при температуре 60—70°С до полного растворения фосфата алюминия (раствор становится светлым).

После этого раствор преобразователя можно наносить на поверхность металла кистью или распылителем. Время выдержки перед нанесением полимерного покрытия—8—12 часов.

Для шахтных выработок с капежом кислотных вод (pH<4,5) рекомендуются трехслойные покрытия на перхлорвинилово-уретановой и эпоксидно-каменноугольной основах следующих составов*

1. Грунт (1—2 слоя)

Грунт ХС-080 (ВТУ НЧ 2182-68)	— 100
модифицированный преполимером КТ (70%-ный раствор) ВТУ № ОП-355-70	— 9
Покрытие (3 слоя)	
Эмаль ХС-263 (ВТУ НЧ 2166-67)	—100
Преполимер КТ	— 30
Растворитель Р-4 (ГОСТ 7827-74)	

Сушка каждого слоя—1 час в естественных условиях при температуре 18—23°С. Окончательная сушка—24 часа в этих же условиях.

2. Грунт-шпатлевка ЭП-00-10 (ГОСТ 10277-62)	—100
Лак каменноугольный марки А (ГОСТ 1709-60)	—100
Бура (ГОСТ 8429-57)	— 2-3
Полиэтиленполиамин (отвердитель) (СТУ 49-2529-62)	— 6
Кремнийорганическая жидкость ГКЖ-94 (гидрофобизирующая добавка) (ГОСТ 10834-64)	—0,5-0,8
Растворитель-ксилол (ГОСТ 9949-62)	
3. Смола ЭД-16 (ГОСТ 10587-72)	— 50
Лак каменноугольный марки А	—100
Бура	— 2-3
Дибутилфталат (ГОСТ 8788-58)	— 5
Полиэтиленполиамин (отвердитель)	— 5
Растворитель—ксилол	

*) Данные приведены в весовых частях.

Сушка каждого слоя—24 часа в естественных условиях при температуре 18—23°С. Окончательная сушка—до 7 суток в этих же условиях

Рекомендуемая толщина покрытия—150—180 мк.

Указанные покрытия готовятся следующим образом.

В шаровую мельницу загружают соответствующее количество эпоксидной грунт-шпатлевки и каменноугольного лака и перемешивают до получения однородной смеси, которую затем разбавляют растворителем до нужной вязкости. Отвердитель (если он требуется по составу) вводят в последнюю очередь. После введения отвердителя состав антикоррозионного покрытия необходимо использовать в течение 4—5 часов, в противном случае произойдет отверднние состава. Жидкость ГКЖ-94 можно вводить до растворителя.

Для шахтных выработок с капежом слабокислых, нейтральных и щелочных агрессивных шахтных вод (pH=4,5÷9,0) рекомендуются трехслойные эпоксидно-перхлорвиниловые и эпоксидно-хлоркаучуковые покрытия следующих составов:

1. Смола ЭД-16	— 20
Лак ХВ-784 (эмаль ХВ-785) (ГОСТ 7313-74)	—100
Дибутилфталат	— 2
Полиэтиленполиамин (отвердитель)	—15-20
ГКЖ-94 (гидрофобизирующая добавка)	—0,5-0,8
Растворитель Р-4	
2. Эмаль КЧ-749 (МРТУ № 6-10-795-69)	
(КЧ-728)	—100
Смола ЭД-16	— 10
Полиэтиленполиамин (отвердитель)	— 1,5
ГКЖ-94 ((гидрофобизирующая добавка)	—0,5-0,8
Растворитель-ксилол или толуол (ГОСТ 9880-61)	
Допускается применение следующего состава:	
Грунт-шпатлевка ЭП-00-10	—100
Отвердитель № 1 (50%-ный раствор гексаметилен-диамина в этиловом спирте)	
Растворитель-разбавитель Р-40 (ТУ УХП 86-56).	
этилцеллозоль (ГОСТ 8313-60) или растворитель № 646 (ГОСТ 18188-72)	

Сушка каждого слоя—24 часа в естественных условиях при температуре 18—23°С. Окончательная сушка—до 7 суток в этих же условиях.

Рекомендуемая толщина покрытия—120—150 мк.

Для шахтных выработок с влажной рудничной атмосферой (относительная влажность—75—98%) рекомендуется перхлорвиниловое покрытие следующего состава:

1	
Грунт ХС-010 (ГОСТ 9355-60)	—2 слоя
Эмаль ХВ-785	—6 слоев
Растворитель Р-4	
2	
Грунт ХС-010	—1 слой
Эмаль КЧ-749 (КЧ-728)	—3 слоя
Растворитель Р-4	

Сушка каждого слоя—1—2 часа в естественных условиях при температуре 18—23°С. Окончательная сушка—24 часа в этих же условиях.

Рекомендуемая толщина покрытия—120—150 мк.

Во всех случаях способ нанесения покрытий—пневматическое распыление пистолетами—краскораспылителями КРУ-1, 0-45, 0-3А и др.

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЕРМЕТИЧНОСТИ ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ И УСТРОЙСТВ

3.1. Надшахтные сооружения

Подсос воздуха через надшахтное сооружение измеряется непосредственно в устье ствола или определяется по разности количества воздуха, замеренного одновременно в канале вентилятора и в выработках с исходящей (входящей) струей, по которым воздух входит (выходит) в ствол (из ствола).

Первый случай замера количества воздуха применяется редко, в связи с имеющими место в устье ствола значительными подсосами воздуха через почву под надшахтным зданием и вокруг ствола, неудобство замера, завихрением потока воздуха и др.

Второй способ наиболее приемлем для измерения подсоса воздуха.

3.1.1. Определение подсоса воздуха через надшахтное сооружение по разности количеств воздуха.

Одновременно определяют количество воздуха, проходящее в канале вентилятора до мест подсосов в него $Q_{кан.}$ и выходящее из шахты $Q_{ш}$ (рис 7).

Величину $Q_{ш}$ удобно измерять в выработках, подводящих воздух к стволу. Между воздухоподающим и вентиляционным стволами обычно бывают утечки воздуха (в околоствольном дворе через шлюзы и загрузочные устройства, через перемычки в сбойках и др.), которые необходимо измерить. При небольших утечках одновременность их измерений в канале вентилятора и на исходящих струях шахты можно не соблюдать.

Для замера скорости воздуха выбирается прямой незагромож-

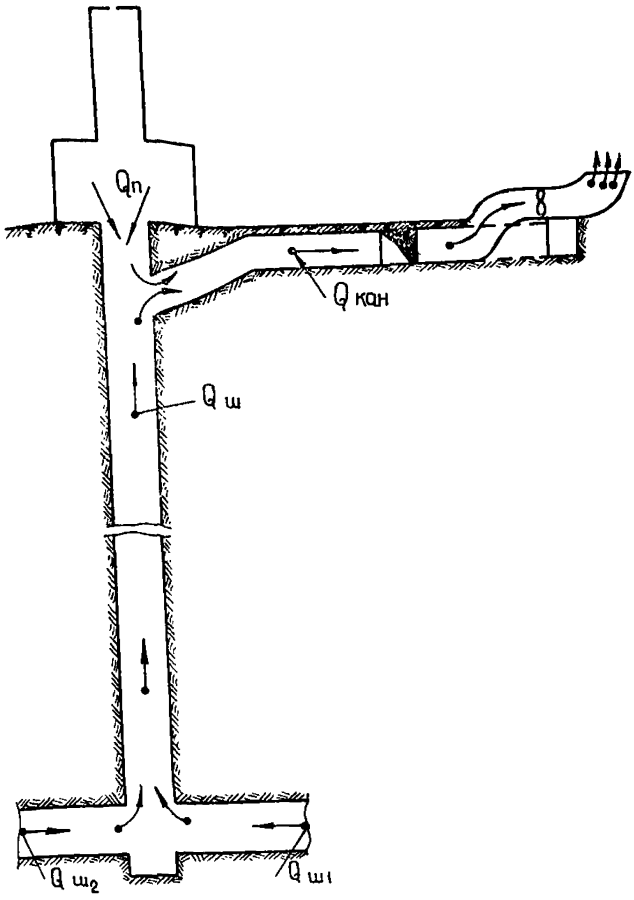


Рис. 7. Измерение подсоса воздуха через надшахтное сооружение.

денный участок выработки с ненарушенной крепью, плотно прилегающей к стенкам выработки и с чистой почвой, на расстоянии не менее 15 м от разветвлений, соединений и резких поворотов вентиляционных струй.

При замере скорости воздуха способом обвода сечения имеется два варианта «перед собой» и «в сечении». Замер способом «перед собой» может производиться при высоте выработки в свету не более 2 м.

При этом замерщик становится в выработке против струи и, пе-

ремещаясь по сечению, равномерно водит анемометр перед собой на вытянутой руке (рис. 8).

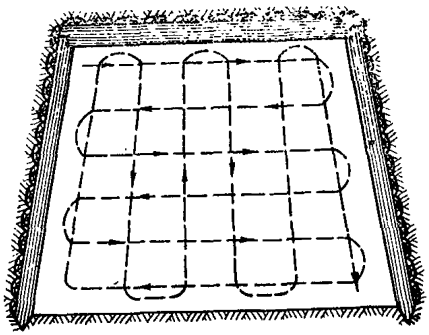


Рис. 8. Схема обвода поперечного сечения выработки анемометром

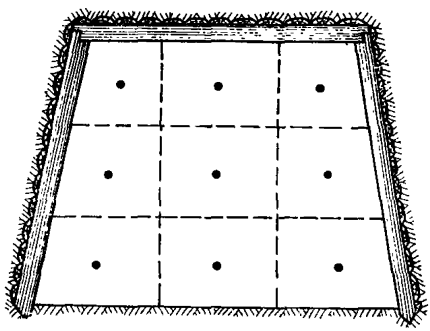


Рис. 9. Замер скорости воздуха по точкам

Продолжительность каждого замера должна быть не менее 100 с. В каждом месте следует производить три замера анемометром и по их результатам определять среднюю скорость движения воздуха. Для получения истинной средней скорости движения воздуха значение скорости, определенное по графику анемометра, следует умножить на поправочный коэффициент, который при замере способом «перед собой» принимается равным 1,14.

При замере «в сечении» замерщик становится спиной к стенке выработки и перемещаясь по сечению, равномерно водит аме-

мометр перед собой на вытянутой руке как и при способе «перед собой».

Вычисленная по оборотам счетчика скорость умножается на коэффициент **К**, учитывающий загромождение выработки замерщиком.

$$K=\frac{S-0,4}{S}, \qquad (3.1)$$

где 0,4—средняя площадь, занимаемая телом замерщика, м²;

S —площадь поперечного сечения выработки в свету, м².

Необходимо помнить, что площадь 0,4 м² принята для среднего человека и для различных замерщиков будет разной.

Само тело также влияет на точность измерений, так как создает завихрения

Поэтому лучше пользоваться замером «по точкам», а анемометр укреплять на шесте. При этом анемометр рекомендуется устанавливать в 9—12 точках сечения (рис. 9)

В выработках с большим сечением (9 м² и более) число точек необходимо увеличить до 15—20. В каждой точке анемометр выдерживается 10—15 с (включается в первой и выключается в последней точке). При этом способе введение поправочного коэффициента не требуется.

Расход воздуха в шахтных выработках при замере «в сечении» можно определить замером скорости в одной точке.

Для этого измеряют максимальную скорость в центре выработки $V_ц$.

Чтобы ускорить расчеты, можно принять отношение $\frac{V_{ср}}{V_ц}=0,85$ для всех видов крепи и различных величин скорости турбулентного вида движения воздуха.

Расход воздуха определяется по формуле:

$$Q=K_1\ (S-0,4)\ V_ц\ м^3/с, \qquad (3.2)$$

где:

K_1—коэффициент равный 0,85;

S —сечение выработки в свету, м²

0,4—площадь выработки, занятая телом замерщика, м².

При замере скорости движения воздуха в центре сечения выработки и пересчете ее в среднюю скорость с помощью коэффициента 0,85 возможна погрешность ±5%.

Таким образом, предлагаемый метод облегчает проведение замеров, обработку их результатов и может быть использован при

определении количества воздуха, проходящего по шахтным выработкам.

Если в выработке установлены ремонтины, количество воздуха рекомендуется замерять одним из указанных способов раздельно в каждом отделении и затем их суммировать. При способе «в сечении» желательно, чтобы замерщик, производя измерения в одном из отделений, находился в соседнем. Поправочный коэффициент при этом способе

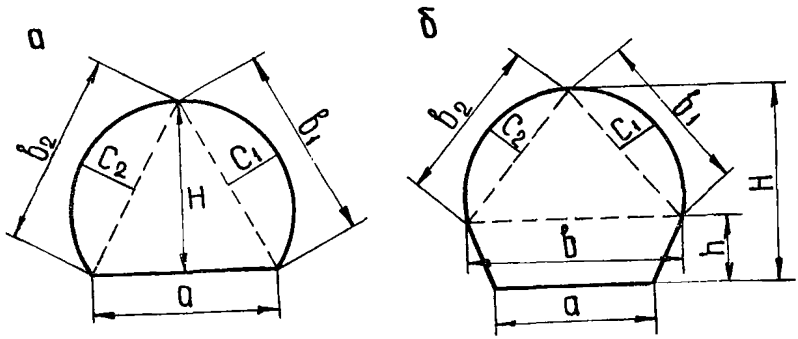
$$K=\frac{S_в-0{,}4}{S_в}, \qquad (3.3)$$

где $S_в$ —сечение всей выработки, м².

Замер в вентиляционных шурфах рекомендуется производить из лестничного отделения. При этом необходимо измерить также количество воздуха, протекающее в отверстии полка, и результат прибавить к замеру в вентиляционном отделении.

Поперечное сечение выработок со сложной формой следует разбивать на элементарные фигуры правильной формы (рис. 10). При

АРОЧНАЯ ФОРМА СЕЧЕНИЯ



$$S=\frac{a\cdot H}{2}+\frac{2в_1\,C_1}{3}+\frac{2в_2\cdot C_2}{3},м^2 \qquad S=\frac{a+в}{2}h+\frac{(H-h)}{2}в+\frac{2в_1\,C_1}{3}+\frac{2в_2\cdot C_2}{3},м^2$$

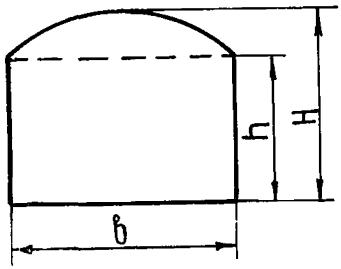
a —ширина выработки понизу, м
$в_1в2$—основания сегментов, м
C_1C_2—высота сегментов, м
H—полная высота выработки, м
h —высота трапеции, м
$в$—верхнее основание трапеции, м

Рис. 10. Определение площади поперечного сечения горных выработок при арочной форме их сечения

СВОДЧАТАЯ ФОРМА СЕЧЕНИЯ

а) Коробовый свод

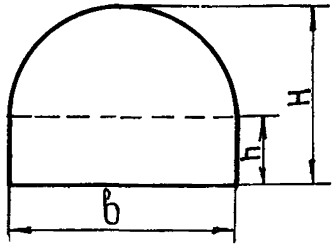
а



$$S = в \cdot h + \frac{3{,}14(H-h) \cdot в}{4}, м^2$$

б) Полуциркульный свод

б



$$S = в \cdot h + \frac{3{,}14 \cdot в^2}{8}, м^2$$

h —высота выработки от почвы до пяты свода, м
H—полная высота выработки, м
в—ширина выработки, м

Рис. 10а. Определение площади поперечного сечения горных выработок при сводчатой форме их сечения

неправильной форме выработки без крепи посредине ее устанавливают стойку и через каждые 20—25 см от нее определяют расстояние до боковых стенок, затем вычерчивают профиль выработки, и площадь определяют планиметром. Сечение выработки можно вычертить на миллиметровой бумаге. При этом необходимо учитывать площадь канавки, не заполненную водой, а площадь контура поперечного сечения конвейера—вычесть.

При определении подсоса воздуха через устье ствола по разности количеств воздуха необходимо в местах замеров измерять также температуру и барометрическое давление.

Измерение температуры воздуха производится в соответствии с «Инструкцией по отбору проб рудничного воздуха, определению газообильности и установлению категорий шахт по метану» к § 145 и 214 Правил безопасности в угольных и сланцевых шахтах.

Для измерения абсолютного давления воздуха барометр-анероид устанавливают горизонтально и дают отстояться в течение 20—30 минут. Перед отсчетом следует слегка постучать пальцем по стеклу, пока стрелка не перестанет смещаться.

Замеры количества воздуха в канале вентилятора $Q_{кан.}$ и исходящих струях шахты $Q_{ш}$ приводит к одним и тем же

атмосферным условиям (температура +20°С и давление 760 мм рт. ст.).

$$Q' = 0{,}38\ Q\ \frac{P}{T}, \qquad (3.4)$$

где Q' и Q — соответственно приведенное и замеренное количество воздуха, м³/мин;

$T = 273 + t$ — абсолютная температура воздуха;

t — температура воздуха в месте замера, °С;

P — давление воздуха в месте замера, мм рт. ст.

Подсос воздуха через сооружение, герметизирующее устье ствола, определяется из выражения

$$Q'_{\text{п}} = Q'_{\text{кан.}} - Q'_{\text{ш}} \quad \text{м}^3/\text{мин}. \qquad (3.5)$$

3.2. Вентиляторная установка

Для определения утечек воздуха в вентиляторной установке производят одновременные замеры скорости движения воздуха в начале канала вентилятора (вблизи ствола) и перед его рабочим колесом (производительность вентилятора). В тех случаях, когда в канале перед вентилятором произвести замер производительности нельзя, ее замеряют в выходном отверстии диффузора вентилятора.

Перед замером выясняется характер потока с помощью крыльчатого анемометра *, укрепленного на шесте.

Устанавливая анемометр в различных точках диффузора, необходимо наблюдать, в какую сторону вращается его крыльчатка.

Если в выходном отверстии диффузора будут обнаружены зоны с завихрениями (направление вращения крыльчатки периодически измеряется) или зоны с обратным движением воздуха (крыльчатка вращается в обратном направлении), замер производить не рекомендуется, так как будут допущены большие ошибки. При ветреной погоде и скорости ветра $>0{,}5$ м/с измерения над диффузором также производить не рекомендуется.

Средняя скорость движения воздуха в выходном отверстии диффузора измеряется по точкам, для чего измеряют выходное сечение диффузора и вычерчивают его в масштабе на бумаге. На расстоянии 10—15 см от краев проводят линии вдоль стенок диф-

*) Для определения характера потока необходимо иметь анемометр, неиспользуемый в последующем для измерения скорости движения воздуха, так как при этом его крыльчатка может быть деформирована.

фузора. Стороны прямоугольника, образованного этими линиями, делят (с учетом масштаба) на отрезки длиной 40—50 см, и через полученные точки проводят взаимноперпендикулярные линии. Точки пересечения линий будут местами установки анемометра. На стенках диффузора у выходного отверстия делают соответствующие отметки мелом. Прибор укрепляют на конце шеста такой длины, чтобы можно было установить анемометр во всех намеченных точках. Шест размечают мелом, чтобы при совпадении отметок на шесте с отметками на стенке диффузора прибор располагался в нужных точках.

Измерение средней скорости производится следующим образом: записывают начальный отсчет анемометра, устанавливают его в ближайшей к замерщику точке (в одном из углов диффузора) и по сигналу помощника включают. Через 30 с, не записывая отсчета, анемометр перемещают до тех пор, пока не обойдут все намеченные точки.

В последней точке его включают и записывают конечный отсчет.

Затем начальный отсчет вычитают из конечного и делят разность на общее время замера (в секундах). Зная число оборотов за секунду, по тарировочному графику определяют среднюю скорость движения воздуха. Измерения необходимо проводить 3—4 раза и принимать средний из близких по величине результат. В местах замера необходимо также определять температуру и барометрическое давление, а затем приводить результаты к одним и тем же атмосферным условиям (3.5).

Поднос воздуха в канале вентилятора.

$$Q'_{\text{п. кан}} = Q'_{\text{вент.}} - Q'_{\text{кан.}} \quad \text{м}^3/\text{мин.}, \ (3.6)$$

где Q' вент.и Q' кан.— соответственно производительность вентилятора и количество воздуха в канале до мест подсосов и приведенные к одинаковым условиям температуры и давления, м³/мин.

Если произвести замеры производительности вентилятора в канале или на выходе диффузора нельзя, утечки воздуха в вентиляторной установке замеряют в тех местах, где они обнаружены при осмотре. Это обычно ляды и вентиляционные двери, отделяющие канал вентилятора от поверхности.

Для определения утечек воздуха через ляды, находящиеся в диффузорах вентиляторов, и через ляды или двери, предназначенные для входа в обводной канал, замер скорости движения воздуха может быть произведен непосредственно в обводном канале. Утечку воздуха через вентиляционное устройство, отделяющее ре-

зервный вентилятор от основного канала вентиляторной установки можно замерить на участке канала, примыкающем к рабочему колесу резервного вентилятора. Определение утечки воздуха через шибер и ляду, перекрывающие отверстие, предназначенное для забора воздуха из атмосферы при реверсировании вентиляционной струи, производят в проеме двери или окне будки, в которой находятся шибер и ляда. При этом все отверстия, кроме проема, в котором производят замер, должны быть перекрыты.

При определении внешних утечек воздуха депрессия замеряется микроманометром или U -образным депрессиометром.

При этом прибор устанавливают на поверхности, а свободный конец шланга со статической трубкой на конце помещают в канале вентилятора у того узла, к которому примыкает соответствующая утечка воздуха.

При всех замерах в канале вентилятора обязательно присутствие лица вентиляционного надзора шахты.

3.3. Подземные вентиляционные сооружения и устройства

3.3.1. Определение утечек воздуха через глухую перемычку

Утечки воздуха через глухую перемычку измеряются в сечении выработки, где она сооружена (рис. 11, точка «а»).

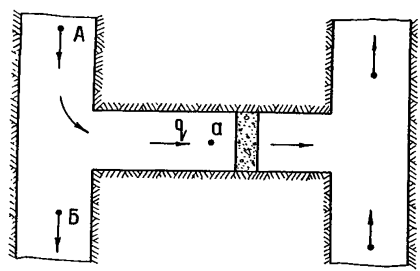


Рис. 11. Замер утечек воздуха через глухие перемычки.

Если скорость движения воздуха мала, и крыльчатка анемометра не вращается, нужно часть сечения выработки перекрыть полотнищем и замер производить в открытой части сечения.

Если таким способом замерить утечки воздуха нельзя (выработка загромождена, обрушена и др.), необходимо определять их по разности количества воздуха одновременно замеренного в се-

чении выработки до перемычки и после нее (рис. 11, точка «А» и «Б»). Величина утечек определяется из выражения $Q_А - Q_Б$ Такой способ определения утечек дает удовлетворительные результаты при небольшом количество проходящего мимо сооружения воздуха и значительных утечках.

Одновременно с замерами утечек воздуха измеряется депрессия перемычки с помощью микроманометра или U -образного депрессиометра с резиновой трубкой. Следует отдать предпочтение первому из них, как более точному прибору,
особенно при измерении малых депрессий.

Резиновая трубка пропускается через отверстие, просверленное в перемычке или дверях. Для этих целей при возведении перемычек необходимо вставлять металлическую трубку диаметром 10÷20 мм. Пропущенный конец трубки следует удалить на 2—3 м от вентиляционного сооружения.

3.3.2. Определение утечек воздуха через перемычки с дверями

Методика определения утечек воздуха через перемычки с дверями аналогична изложенной в разделение 3.3.1.

Можно применить и иной способ: при закрытой двери № 2, приоткрывают дверь № 1 настолько, чтобы измерить в ней утечки воздуха q_1 (рис. 12 а), которые будут равны утечкам через

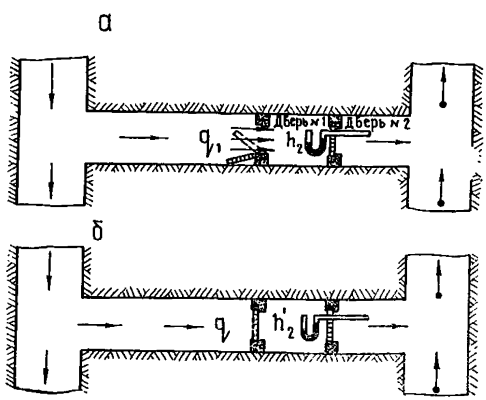


Рис. 12. Замер утечек воздуха через перемычки с дверями

плотно закрытую дверь № 2. Для этого следует стать сбоку проема и по всему сечению водить анемометр, держа его на вытянутой руке.

Щели между полотном двери и коробкой вверху и внизу закрывают досками или прорезиненной тканью. В тех случаях, когда площадь проема двери равна или меньше половины площади поперечного сечения выработки, вводится поправочный коэффициент 0,95.

Одновременно измеряют перепад давлений h_2 через дверь № 2.

После этого, закрыв дверь № 1, вновь измеряют перепад давления h'_2 через дверь № 2 (рис. 12 б).

Уточки воздуха через две двери находят из выражения

$$q = q_1 \sqrt{\frac{h'_2}{h_2}} \quad м3/с$$

При определении утечек воздуха через вентиляционные двери выбор того или иного способа производят в зависимости от характера вентиляционного сооружения, величин предполагаемых утечек, количества воздуха, проходящего по сквозной струе.

3.3.3. Определение утечек воздуха через кроссинги и загрузочные устройства околоствольных дворов при скиповом подъеме

Утечки воздуха в кроссингах происходят главным образом через вентиляционные двери и неплотности между стенками выра-

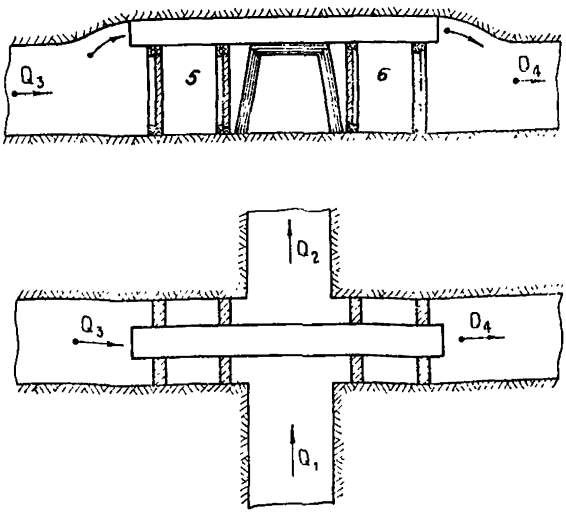


Рис. 13. Замер утечек воздуха через кроссинги

ботки и каналом кроссинга. В глухих кросингах утечки обуславливаются просачиванием воздуха непосредственно через канал и глухие перемычки, установленные под ним.

Для определения утечек необходимо одновременно измерить количество воздуха Q_1 и Q_2 до и после кроссинга в точках 1 и 2. (рис 13). Разность Q_1-Q_2 представляет здесь общие утечки. Для контроля замеряется количество воздуха Q_3 и Q_4 до и после канала кроссинга. Разность Q_4-Q_3 будет представлять общие подсосы воздуха через кроссинг и двери.

При этом должно соблюдаться равенство

$$Q_1-Q_2=Q_4-Q_3$$

Утечки (подсосы) воздуха отдельно через двери и кроссинг определяют следующим образом.

Измеряют утечки воздуха через двери в пунктах 5 и 6.

Затем из разности Q_4-Q_3 вычитают утечки через двери и получают утечки непосредственно через кроссинг.

Так как пересекающиеся струи воздуха отличаются различными атмосферными условиями, замеренное его количество приводится к нормальным атмосферным условиям по формуле (3.4).

Необходимо также замерить перепад давления каждой перемычки под кроссингом.

Утечки через загрузочное устройство определяются по разности одновременно замеренного количества воздуха до и после загрузочного устройства Q_1-Q_2 (рис. 14) при минимально допустимой его загрузке.

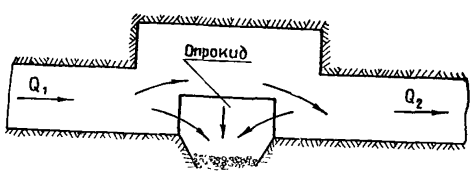


Рис. 14. Замер утечек воздуха через загрузочное устройство

Если до и после загрузочного устройства воздух движется по направлению к этому устройству, утечки определяются как сумма Q_1+Q_2

4. СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ГЕРМЕТИЧНОСТИ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ СООРУЖЕНИЙ И УСТРОЙСТВ В ПЕРИОД ИХ ВОЗВЕДЕНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ

4.1. Фактическая величина утечек воздуха при проветривании шахт

В настоящее время угольная и горнорудная промышленность располагает мощными вентиляторными установками, создающими высокую депрессию при большой производительности.

Однако вследствие неудовлетворительной герметизации вентиляционных сооружений и устройств отмечаются большие утечки воздуха.

В шахтной вентиляционной сети имеют место как поверхностные (внешние), так и подземные (внутренние) утечки воздуха. По результатам более 400 обследований, проведенных различными организациями на шахтах различных бассейнов страны(табл. 1), установлено, что лишь на 26,7% шахт поверхностные утечки воздуха не превышали 20%, а на остальных они достигали 20—50% и более.

Таблица 1.

Поверхностные утечки воздуха

% от производительности вентиляторов						
До 5	5—10	10—15	15—20	20—25	25—50	50 и более
Количество объектов, в % к числу обследованных						
0,2	6,3	11,0	9,2	17,0	45.3	11,0

В среднем по каждой шахте до 30% электроэнергии расходуется бесполезно на подсосы воздуха через поверхностные здания и сооружения.

По результатам депрессионных съемок на 136 шахтах Донбасса (табл 2) установлено, что лишь на 10% из них подземные утечки составляют менее 20% от поступающего воздуха, а около 40% шахт имеют утечки более 50%.

Таблица 2

Подземные утечки воздуха

% от количества воздуха, поступающего в шахту							
до 10	10—20	20—30	30—40	40—50	50—60	60—70	70—80
Количество шахт, в % к числу обследованных							
2	10	16	19	16	22	12	3

Анализ показывает, что подземные утечки воздуха через вентиляционные сооружения составляют около 37% от количества воздуха, поступающего в шахту, или около 25% от производительности вентиляторов.

В среднем по каждой шахте 25% электроэнергии, расходуемой на проветривание, затрачивается на утечки только через вентиляционные сооружения в подземных выработках.

4.2. Общая характеристика применяемых составов для повышения герметичности вентиляционных сооружений и устройств

В качестве эффективной меры повышения герметичности перемычек и других вентиляционных сооружений и устройств рекомендуется покрытие их специальными составами: латексом, битумно-глинистой пастой, хлоридно-глинистой пастой, силикатными составами и т. д.

Так при одновременном нанесении на перемычку хлоропренового латекса и 10%-ного раствора хлористого кальция латекс затвердевает, создавая на перемычке практически воздухонепроницаемую эластичную пленку. Толщина пленки обычно принимается 2—3 мм

Битумная паста получается путем тщательного перемешивания разогретого при 200—300°С битума АШ с глинситой суспензией. Готовая паста хорошо разводится водой до любой консистенции. Паста имеет свойства связующего, поэтому в нее можно для уменьшения усадки при высыхании добавлять 30—40% тонкомолотого шлака.

Нанесенная на перемычку слоем 3—5 мм паста образует при высыхании плотную пленку, герметизирующую перемычку.

В состав силикатных покрытий вводят жидкое стекло, гипс, известь.

В зарубежной практике есть примеры применения в качестве изолирующих покрытие быстротвердеющих составов на основе синтетических смол.

Применение пенополиуретана для герметизации воздухораспределительных устройств значительно повышает их герметичность.

Все перечисленные выше составы, нанесенные на сооружения, уменьшают утечки воздуха, но по различным причинам не получили широкого распространения.

Обмазка глиной или оштукатуривание песчано-цементным раствором в настоящее время наиболее распространенный способ герметизации, но он незначительно повышает герметичность, кроме всего недолговечен. Чтобы потери воздуха не превышали опреде-

ленной величины, необходима обмазка глиной не реже одного раза в два месяца, песчано-цементным раствором—один раз в 5—6 месяцев.

Гуммирование сооружений с помощью хлоропренового латекса и 10%-ного раствора хлористого кальция не получило широкого распространения из-за сложности процесса нанесения герметизирующего покрытия, а также значительной стоимости.

При применении пенополиуретана нормы утечек воздуха уменьшаются в 1,5 раза по сравнению с негерметизированными сооружениями и устройствами.

Однако пенополиуретан подлежит совершенствованию и не может в таком виде применяться в шахтных условиях из-за горючести.

Другие виды герметизирующих покрытий незначительно повышают герметичность вентиляционных устройств, недолговечны и не лишены ряда других недостатков.

Покрытия наносятся не только на перемычки и другие сооружения, но и на стенки трещиноватых целиков. Воздухопроницаемость последних можно снизить также путем нагнетания герметизирующих растворов в целики через шпуры.

В частности, для этих целей удобна суспензия тонкомолотой глины с добавкой хлористого кальция.

Наиболее эффективными средствами значительного повышения аэродинамических показателей вентиляционных сооружений и устройств являются герметизирующие покрытия, разработанные лабораторией шахтной аэрологии ВНИИОМШСа на основе цементно-полимерных и полимерных составов, а также комбинаций из них (комбинированные покрытия).

4.3. Составы покрытий и основные технические требования

К герметизирующим покрытиям на основе цементно-полимерных и полимерных составов, разработанных ВНИИОМШСом, предъявляются следующие требования:

а) технология нанесения покрытий должна быть простой и осуществляться вручную или механическим способом, а применяемая для этих целей аппаратура—недорогой и несложной;

б) покрытия должны отличаться низкой стоимостью при использовании недефицитных материалов;

в) утечки воздуха через вентиляционные устройства с герметизирующим покрытием не должны превышать установленных норм;

г) покрытие должно:

— обладать адгезией не менее 3 кгс/см^2 к поверхностям из кир-

пича, бетона, шлакобетона, бетонита, шлакоблока, песчанистого и глинистого сланцев, дерева, металла, угля и др.;

—обеспечивать схватывание пленки не более чем за 2—3 часа;

—не терять своих герметизирующих свойств при температуре воздуха и пород в момент нанесения покрытий от +2°С до+35—40°С, относительной влажности воздуха до 100 проц. и сохранять эти свойства при температуре до —25÷30°С, а также при более высоких положительных температурах;

—иметь эластичность (по ШГ-1) 10—15 мм;
— обладать негорючестью и нетоксичностью;
— не изменять герметизирующих свойств при воздействии шахтной воды с pH=2÷10;
— сохранять защитные свойства в течение 8—10 лет.

Согласно техническим требованиям, приведенным выше, для герметизирующих покрытий шахтных воздухораспределительных устройств используются следующие материалы: поливинилацетатная дисперсия ГОСТ 18992—73,водные дисперсии синтетических дивинилстирольных латексов СКС—65ГП, ГОСТ 10564-63; СКС-30ШР, ГОСТ 11808-66; СКС-30, ТУ-38103230-74; СКС-65ГП марки «Б», ВТУ № 8—50—66, водная дисперсия тиоколоа, ГОСТ 12812—67; портландцемент марки 400 и выше; песок (наполнитель).

С учетом лабораторных и шахтных исследований предложены характеристики составов для герметизации шахтных воздухораспределительных устройств и сооружений (табл. 3).

Расход материала на 1 м² для цементно-полимерного состава равен 0,8—1,2 кг, а полимерного — 0,3—0,4 кг.

При нанесении второго слоя толщина покрытия и расход материала уменьшаются примерно в два раза.

Вышеперечисленные составы изготовляются следующими предприятиями:

1. Латексы —

а) Ярославский завод синтетического каучука (стоимость 1 т латекса СКС-65ГП и СКС-65ГП марки «Б» — 355 руб., СКС-30 — 550 руб.);

б) Воронежский завод синтетического каучука (стоимость 1 т латекса СКС-30ШР — 240 руб.);

Таблица 3

Характеристики составов для герметизации шахтных воздухораспределительных устройств и сооружений

№ состава	Исходные компоненты								В/Ц	П/Ц	Вязкость по В 3—4, сек.	Толщина покрытия, мм	Стоимость 1 м² покрытия, руб.	
	цемент	песок	латекс СКС 65ГП «Б»	латекс СКС 30 ШР	ПВАД	Водная дисперсия тиокола	Жидкое стекло	Вода					первого слоя	второго слоя
1	100	—	40	—	—	—	—	7	0,27	0,2	170	0,7—0,9	0,19	0,15
2	100	100	50	—	—	—	—	25	0,5	0,25	185	0,7—0,9	0,16	0,14
3	100	—	—	—	50	—	—	25	0,5	0,25	165	0,7—0,9	0,25	0,16
4	—	—	100	—	—	—	—	—	—	—	18	0,2—0,3	0,16	0,11
5	—	—	—	100	—	—	10	—	—	—	14	0,2—0,3	0,24	0,15
6	—	—	100	—	—	50	—	—	—	—	14	0,2—0,3	0,53	0,30
7	—	—	—	—	—	100	—	—	—	—	15	0,2—0,3	0,85	0,46

Примечание. Стоимость 1 м² покрытия принята с учетом средней его толщины и расхода материалов

II. Поливинилацетатная дисперсия ПВАД —

а) Ереванское производственное объединение «Поливинилацетат»;

б) Ленинградское производственное объединение «Лакокраска»;

в) Северодонецкое производственное объединение «Азот»;

г) Лидский лакокрасочный завод (г. Лида Гродненской обл. Белорусской ССР);

д) Новгородский химический комбинат (стоимость 1 т — 660—765 руб.).

III. Водная дисперсия тиокола —

Казанский завод синтетического каучука (стоимость 1 т — 3120 руб.).

4.4. Нормы утечек воздуха через подземные вентиляционные сооружения

4.4.1. Без герметизирующего покрытия.

Нормы утечек воздуха через негерметизированные вентиляционные сооружения в пределах вентиляционных участков приведены в табл. 4,5 и 6.

Таблица 4

Нормы утечек воздуха через перемычки

Тип перемычки	Боковые породы	Утечки воздуха ($м^3$/мин) при площади перемычки, $м^2$			
		4	7	10	15
Бетонная, кирпичная, бетонитовая, шлакоблочная, каменная	Монолитные	7	10	12	16
	Трещиноватые	11	16	20	26
Чураковая	Монолитные	13	17	22	28
	Трещиноватые	19	25	32	42

Таблица 5

Нормы утечек воздуха через вентиляционные шлюзы из двух дверей

Тип перемычки, в которой установлена дверь	Боковые породы	Утечки воздуха ($м^3$/мин для дверей)		
		одностворчатых для прохода людей	одностворчатых для транспорта	двухстворчатых
Бетонная, кирпичная, бетонитовая, шлакоблочная, каменная	Монолитные	19	29	43
	Трещиноватые	27	37	54
Чураковая	Монолитные	40	50	77
	Трещиноватые	55	65	82

Таблица 6

Нормы утечки воздуха через кроссинги

Тип кроссинга	Утечки воздуха ($м^3$/мин.) при породах	
	монолитных	трещиноватых
Глухой	35	54
Со шлюзом для прохода людей	45	70
С односторонним шлюзом для транспорта	53	77
С двухсторонним шлюзом для транспорта	70	100

Нормы утечек воздуха через вентиляционные сооружения за пределами вентиляционных участков следует увеличивать в 1,33 раза, в околоствольных дворах — в 1,45 раза по сравнению со значениями, приведенными в табл. 4—6.

Исследованиями установлено, что даже при хорошем качестве вентиляционного сооружения без герметизирующего покрытия утечки воздуха в большинстве случаев превышают установленные нормы в 2—3 раза.

В ходе многочисленных исследований вентиляционных сооружений с герметизирующими составами ВНИИОМШСа было установлено, что утечки воздуха через глухие перемычки, возведенные в капитальных горных выработках, закрепленные бетоном, уменьшились в среднем в 30 раз после нанесения двухслойного цементно-полимерного или комбинированного покрытий, а через перемычки в выработках с другими видами крепи, находящиеся в зоне влияния очистных работ в 6—10 раз.

На основании лабораторных и промышленных исследований по повышению герметичности различных вентиляционных устройств с помощью полимерных, цементно-полимерных и комбинированных составов разработаны нормы утечек воздуха через вентиляционные устройства с герметизирующим покрытием.

При разработке этих норм вентиляционные устройства были разбиты на три группы, в зависимости от их расположения в горном массиве:

1. Устройства (сооружения), возведенные в выработках, закрепленных бетонной крепью;

2. Устройства в выработках, не подверженных влиянию очистных работ;

3. Устройства в выработках, подверженных влиянию очистных работ.

С учетом разнообразия горно-геологических условий и значительного (8—10 лет) срока службы покрытий нормы утечек воздуха через глухие перемычки, покрытые двухслойным герметизирующим составом, уменьшают в среднем, по сравнению с реально существующими утечками в 20 раз для перемычек, расположенных в выработках с бетонной крепью, в 6 раз — для перемычек в выработках с другими видами крепи, не подверженных влиянию очистных работ и в 4 раза— для перемычек в выработках, подверженных влиянию очистныхработ, а для перемычек с дверями — в среднем в 2,5 раза*).

4.4.2. С герметизирующим покрытием

Нормы утечки воздуха в пределах вентиляционных участков через подземные вентиляционных участков через подземные вентиляционные сооружения с герметизирующим двухслойным покрытием приведены в табл. 7, 8 и 9.

Таблица 7

Нормы утечек воздуха через перемычки с герметизирующим покрытием

Тип перемычки и ее расположение	Боковые породы	Утечки воздуха ($м^3$/мин.) при площади перемычки, $м^2$			
		4	7	10	15
1	2	3	4	5	6
Бетонная, кирпичная, бетонитовая, шлакоблочная, каменная:					
— в выработках с бетонной крепью;	Монолитные	1,5	2,5	3	4
— в выработках, не подверженных влиянию очистных работ	Монолитные	2,5	3,5	4,5	5,5
	Трещиноватые	4	5,5	7	9

*) Данные относятся к условиям, приведенным в табл. 4 и 5.

1	2	3	4	5	6
— в выработках, подверженных влиянию очистных работ	Монолитные	3	4,5	5,5	7
	Трещиноватые	5	7	8,5	10,5
Чураковая:					
— в выработках, не подверженных влиянию очистных работ	Монолитные	4	5,5	7	9
	Трещиноватые	6	8	10	12,5
— в выработках, подверженных влиянию очистных работ	Монолитные	5	7	9	11
	Трещиноватые	8	10,5	13	17

Таблица 8

Нормы утечек воздуха через вентиляционные шлюзы из двух дверей с герметизирующим покрытием

Тип перемычки, в которой установлены двери, и ее расположение	Боковые породы	Утечки воздуха (м³/мин.) для дверей		
		одностворчатых для прохода людей	одностворчатых для транспорта	двустворчатых
Бетонная, кирпичная, бетонитовая, шлакоблочная, каменная:				
—в выработках с бетонной крепью·	Монолитные	6	10	15
— в выработках, не подверженных влиянию очистных работ;	Монолитные	8	12	17
	Трещиноватые	11	16	23
— в выработках, подверженных влиянию очистных работ	Монолитные	10	15	22
	Трещиноватые	12	17	25
Чураковая:				
— в выработках, не подверженных влиянию очистных работ	Монолитные	15	20	30
	Трещиноватые	18	24	37
— в выработках, подверженных влиянию очистных работ	Монолитные	17	23	35
	Трещиноватые	21	26	40

Таблица 9

Нормы утечек воздуха через кроссинги с герметизирующими покрытиями

Тип кроссинга	Утечки воздуха ($м^3$/мин.) при породах	
	монолитных	трещиноватых
Глухой	18	28
Со шлюзом для прохода людей	24	36
С односторонним шлюзом для транспорта	29	42
С двухсторонним шлюзом для транспорта	35	48

Нормы утечек воздуха через сооружения в околоствольном дворе и на поверхности шахт приведены в «Руководстве по проектированию вентиляции угольных шахт», М., «Недра», 1975.

4.5. Подготовка поверхности воздухораспределительных устройств для нанесения герметизирующих покрытий

Все герметизирующие составы необходимо наносить на нетрещиноватую поверхность, т. к. они находятся в жидком или сметанообразном состоянии.

Если покрываемая поверхность имеет трещины и щели с раскрытием более 2 мм, их необходимо замазать цементно-песчаным раствором состава 1:3. При этом можно добавлять в этот раствор до 10—15 весовых частей латекса от 100 вес. ч. цемента.

Контакты вентиляционных устройств с контуром выработки (по периметру) необходимо скруглять с помощью специальной массы для приготовления которой необходимо использовать цементно-песчаный раствор состава 1:2 с добавлением 25—30 вес. ч.латекса СКС-65ГП марки «Б» на 100 вес. ч.цемента.

Перед нанесением покрытий имеющиеся в бетоне наплывы следует срубить, покрываемые поверхности очистить от пыли и грязи.

Боковые породы также необходимо предварительно подготовить на расстоянии до 1,5 м от устройства: большие острые выступы боковых пород сбить, пыль сдуть струей сжатого воздуха (смыть водой) или смести ее, трещины заделать песчано-цементным раствором или подровнять и уплотнить поверхность набрызг-бетоном.

Герметизацию поверхностных сооружений, как правило, следует производить в летнее время, в исключительных случаях зимой. В этом случае перед нанесением герметизирующих покрытий поверхность сооружения следует тщательно очистить от снега, наледи, инея и высушить, а затем подготовить ее по указанному выше способу.

4.6. Технология приготовления и нанесения герметизирующих покрытий

4.6.1. Приготовление составов

Технология приготовления цементно-полимерных составов проста (Рис. 15).

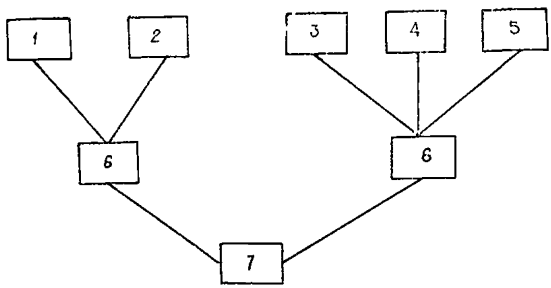


Рис. 15. Технологическая схема приготовления цементно-полимерного раствора:

1—емкость для цемента; 2—емкость для песка; 3—емкость для латекса; 4—емкость для жидкого стекла; 5—емкость для воды; 6—дозаторы; 7—растворомешалка для приготовления цементно-полимерного раствора

и состоит из стабилизации латекса СКС-65ГП (обычно применяется стабилизированный специальным составом в заводских условиях латекс-65 ГП марки «Б») и смешения компонентов.

Предварительно в растворомешалку загружается расчетное количество латекса, жидкого стекла и воды. После тщательного перемешивания в течение 5—7 мин. в мешалку загружают отдозированное количество цемента или цемента и песка. Вся смесь перемешивается в течение 5—10 мин. до получения однородной композиции. Готовый раствор выгружается в емкость-питатель.

Жизнеспособность цементно-полимерной массы зависит от вида стабилизатора и составляет 1,0—2,5 ч.

Приготовление раствора по этой схеме целесообразно применять для герметизации больших площадей поверхностных сооружений.

В шахтных условиях отдельные вентиляционные сооружения и устройства имеют относительно небольшие площади для герметизации, и эти устройства находятся на значительном расстоянии одно от другого. Поэтому здесь возможно нанесение покрытий как ручным, так и механическим способами.

Для этого в шахту к месту производства работ доставляют все необходимые компоненты в емкостях.

Если для герметизации используется в цементно-полимерном составе латекс СКС-65 ГП марки «Б», то после добавления необходимого количества воды (можно использовать шахтную воду) состав перемешивается, а затем добавляется порциями необходимое количество цемента или цемента и песка (предварительно перемешанных) и перемешивается до получения однородной массы.

Если же латекс СКС-65 ГП не стабилизирован, его стабили-

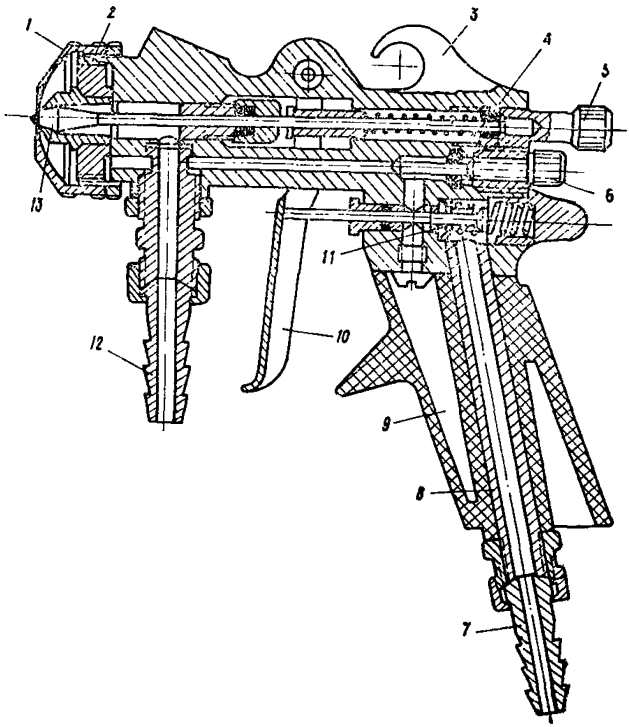


Рис. 16. Пистолет краскораспылитель СО-24 (С-592):
1—головка; 2—штуцер сопла; 3—корпус; 4—игла в сборе; 5— регулятор иглы; 6—регулятор воздуха; 7, 12—ниппели; 8—трубка воздуха; 9—ручка; 10—курок; 11—воздушный клапан; 13—сопло.

зируют и применяют в тех же составах, что и СКС-65 ГП марки «Б».

Стабилизация производится путем смешения латекса с жидким стеклом (удельный вес 1,42). На 100 вес. ч латекса берется от 10 до 15 вес. ч жидкого стекла. Процесс смешания длится до получения однородной массы (5—7 мин.). Вода вливается в латекс перед смешением его с цементом и песком.

Цемент с песком перемешивается в течение 5—10 мин., после чего они добавляются порциями в предварительно стабилизированный латекс и перемешивание продолжается в течение 5—10 мин. до получения однородной массы.

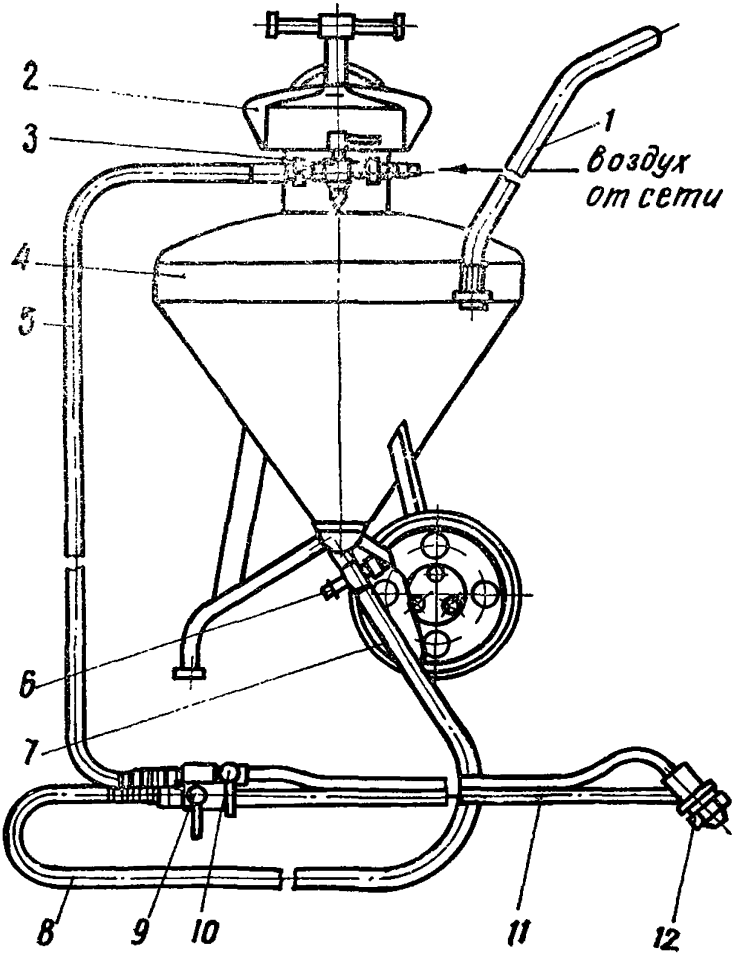


Рис. 17. Установка С-562:

1—рукоятка; 2—крышка горловины; 3—трехходовой кран; 4—бачок; 5—шланг; 6—спускной кран; 7—колеса; 8—шланг; 9, 10—краны; 11—удочка; 12—насадка.

Все эти операции производятся на месте, где будет осуществляться герметизация вентиляционных устройств.

Приготовление составов может осуществляться в различных емкостях (бачки, ведра и др.) в небольших количествах, рассчитанных на применение в течение 1,0—2,0 часов.

4.6.2. Нанесение герметизирующих покрытий.

Цементно-полимерные покрытия наносятся на очищенную и увлажненную поверхность сжатым воздухом с помощью краскораспылителя СО-24 (рис. 16) или (СО-24А) и установок (напорных бачков) СО-21 (С-562) (рис. 17) или СО-21А (С-562А) (рис. 18), при отсутствии сжатого воздуха или небольшой площади герметизации — вручную, при помощи кисти или щетки из капронового волокна.

Полимерные покрытия наносятся при помощи краскораспыли-

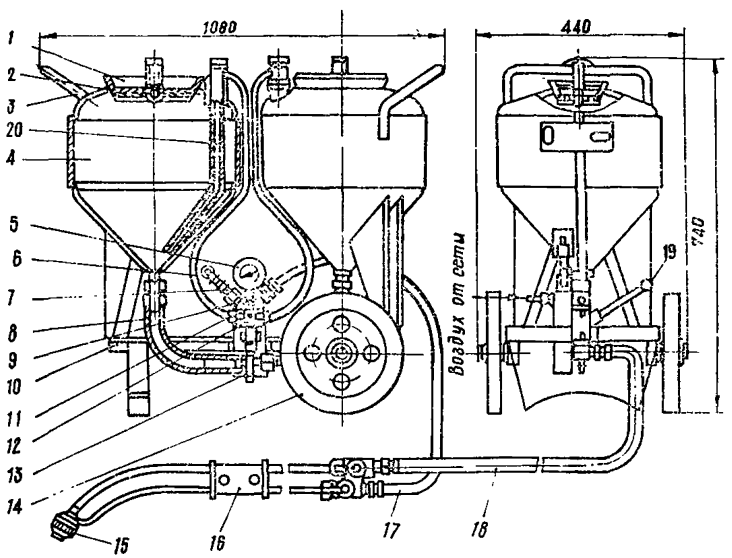


Рис. 18. Установка СО-21А (С-562А):

1—горловина; 2—крышка; 3—рукоятка; 4—бачок; 5—манометр; 6—воздуховод; 7—предохранительный клапан; 8—соединительный шланг; 9—распределитель; 10—рама; 11—воздушный кран; 12—колонка; 13—материальный кран; 14—колеса; 15—головка удочки; 16—удочка; 17—воздушный шланг; 18—материальный шланг; 19—рукоять крана; 20—узел барабана.

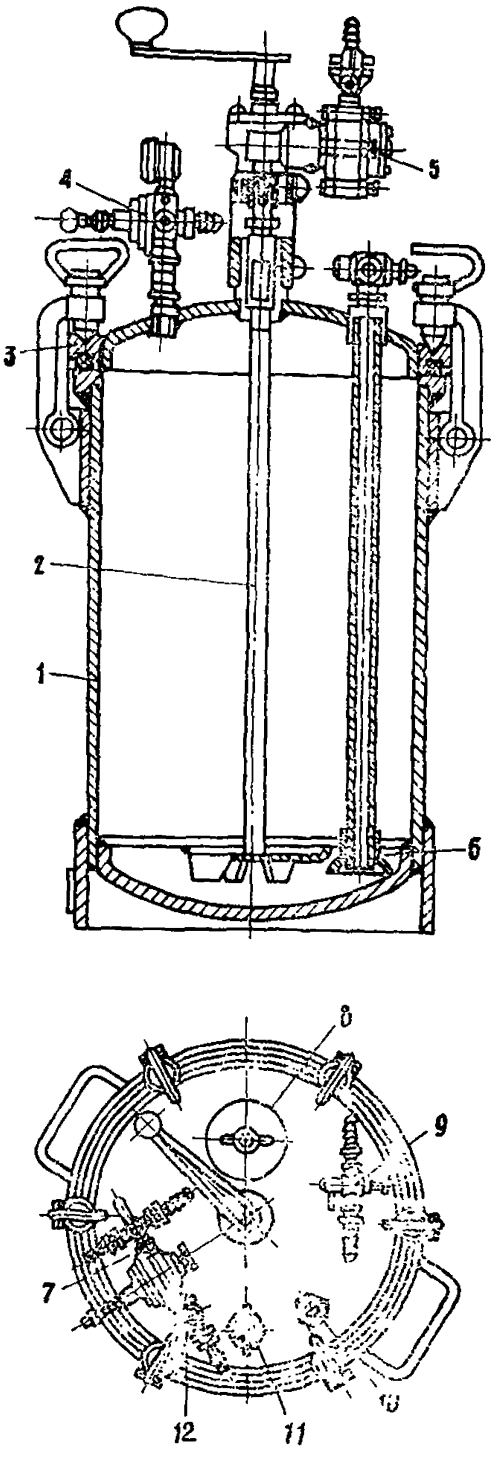


Рис. 19. Конструктивная схема красконагнетательных баков СО-42, СО-13, СО-52, СО-12:

1—корпус; 2—мешалка; 3—сферическая крышка; 4—редуктор; 5—пневматическая турбинка; 6—фильтр; 7—кран для распределения воздуха к краскораспылителям; 8—загрузочное устройство; 9—кран для распределения подачи окрасочного состава к краскораспылителям; 10—предохранительный клапан; 11—клапан сброса давления; 12—кран.

теля КРУ-1 в комплекте с красконагнетательными бачками СО-42 (С-764); СО-13 (С-411А); СО-52 (С-865); СО-12 (С-383А) (рис. 19), или ручным краскопультом СО-20 (С-536А); (рис. 20) или СО-20А. Ниже приводится назначение, устройство, принцип

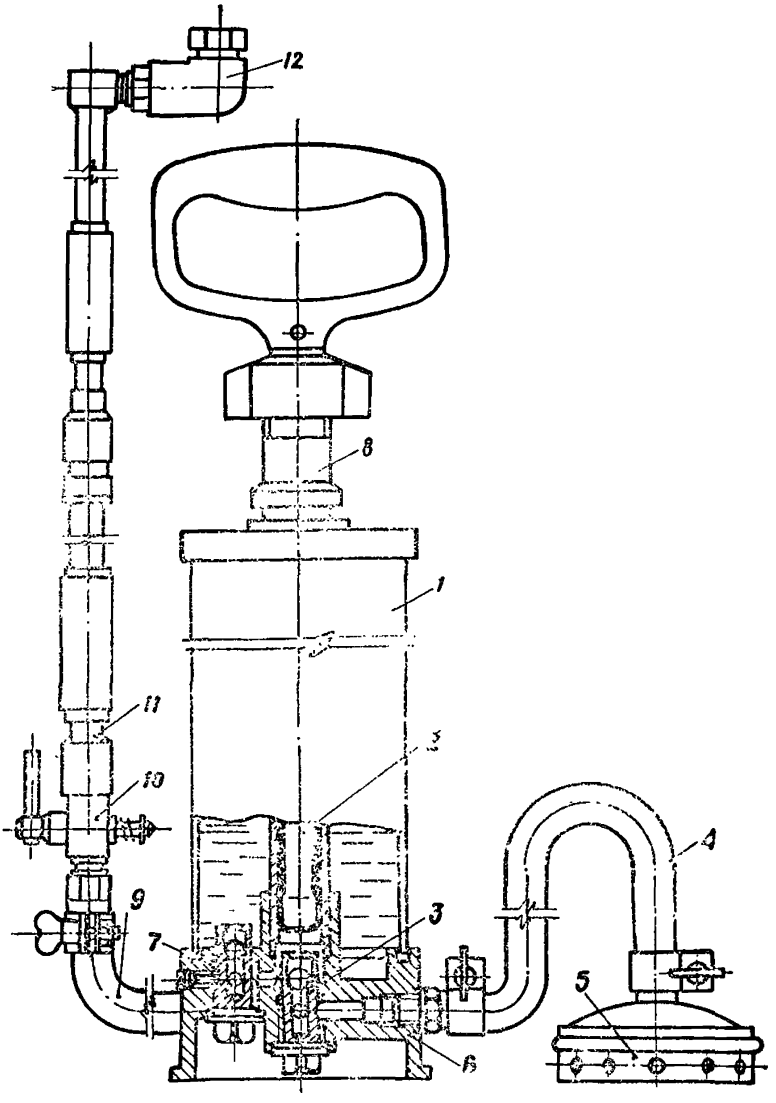


Рис. 20. Ручной краскопульт СО-20 (С-536А).

1—резервуар; 2—насос; 3—всасывающий клапан; 4—всасывающий шланг; 5—фильтр; 6—основание; 7—нагнетательный клапан; 8—сальник; 9—напорный шланг; 10—кран; 11— удочка; 12—форсунка.

действия и технические характеристики установок (напорных бачков) для нанесения покрытий, красконагнетательных баков, а также краскораспылителей пневматического и ручного действия.

Установки (напорные бачки) для нанесения герметизирующих покрытий

Установки предназначены для нанесения герметизирующих покрытий путем воздушного напыления на различные поверхности при выполнении работ по герметизации воздухораспределительных устройств

Техническая характеристика установок приведена в табл. 10.

Таблица 10

Показатели	Един. изм.	Марки установок	
		СО-21 (С-562)*	СО-21А (С-562А)
Производительность	$м^2/ч$	до 150	до 200
Рабочее давление	$кгс/см^2$	до 7	до 7
Расход воздуха	$м^3/мин.$	0,5	0,5
Емкость одного бачка	л	20	25
Оптимальная консистенция наносимого состава по стандартному конусу	см	11—13	13—15
Длина воздушного шланга	м	15	10
Длина материального шланга	м	15	10
Основные размеры	мм		
длина		750	840
ширина		378	440
высота		382	740
Масса (без шлангов и удочки)	кг	22	35
Длина удочки	мм	1000	1000
Масса удочки	кг	1,5	1,5

Изготовитель—Вильнюсский завод строительно-отделочных машин.

Установка СО-21А (С-562А) смонтирована на двухколесной тележке и состоит из двух конусных бачков, удочки и комплекта шлангов.

Конусные бачки 4, установленные на раме 10, обеспечивают непрерывную подачу составов к удочке 16. В верхней части каждого бачка имеется загрузочное устройство, состоящее из горловины 1 с крышкой 2. На раме тележки установлен также распределитель 9, включающий манометр 5, предохранительный клапан 7, отрегулированный на давление 8 $кгс/см^2$, воздушный 11 и материальный 13, краны. Сжатый воздух подается к распределению 9, от которо-

* Снята с производства.

го часть его по шлангу 17 поступает к удочке 16. Другая часть через воздушный кран 11, воздухопровод 6 и узел барабана 20 попадает в нижнюю часть бачка 4. Перемешивая раствор, воздух поднимается вверх и давит на герметизирующий состав, который по соединительному и материальному шлангам поступает в головку удочки 15, где распыляется воздухом и в виде факела выбрасывается на герметизирующую поверхность. Пробки кранов 11 и 13 соединены между собой.

Вытеснение герметизирующего состава из одного бачка и выпуск оставшегося воздуха из другого осуществляется поворотом рукоятки 19.

Перед началом работы необходимо осмотреть установку, плотно и надежно присоединить шланги к штуцерам, затем залить в оба бачка герметизирующий состав и закрыть их крышками.

После включения источников питания поворотом ручки 19 подают сжатый воздух в один из бачков, открывают материальный кран и с началом выдавливания герметизирующего состава из сопла открывают воздушный кран удочки.

После опорожнения одного бачка поворотом ручки в противоположном направлении подают сжатый воздух во второй бачок. В это время из первого бачка сбрасывается воздух. После его полного удаления необходимо снять крышку 2 и вновь заполнить бачок герметизирующим составом. Таким образом цикл повторяется.

Для перекрытия воздуха от сети ручку 19 следует установить прямо.

Установка СО-21 (С-562) представляет собой конический бачок 4, установленный на тележке. В нижней части бачка имеется выходное отверстие со спускным краном 6. К верхней сферической части бачка приварена цилиндрическая горловина, которая служит для заполнения бачка герметизирующим составом; горловина закрывается крышкой 2. Сжатый воздух под давлением 7 кгс/см^2 через трехходовой кран 3 подается в бачок и по шлангу 5—к удочке 11. Давление в бачке контролируется манометром.

Попадая в бачок, сжатый воздух давит на герметизирующий состав, и он через спускной кран и шланг 8 поступает в переднюю часть удочки (кран 9 открыт). Воздух по шлангу 5 и воздушной трубке удочки проходит в головку форсунки. На пути движения воздуха имеется кран 10 для регулирования подачи воздуха. Смешиваясь с воздухом в головке форсунки, герметизирующий состав в виде факела выбрасывается на герметизирующую поверхность. Качество распыления состава регулируется насадкой 12. При повышении давления срабатывает предохранительный клапан, который отрегулирован на 8 кгс/см^2.

Перед началом работы установку необходимо осмотреть и проверить ее исправность. Затем залить герметизирующий состав в бачок, закрыть его крышкой и поджать пробку винтом; перекрыть все краны, плотно и надежно присоединить шланги, включить источник питания и открыть доступ воздуха в бачок. Убедившись в исправности бачка, необходимо открыть спускной кран, а также краны для герметизирующего состава и воздуха на удочке. После этого можно начинать работу.

Красконагнетательные баки

Красконагнетательные баки предназначены для подачи герметизирующих составов под давлением сжатого воздуха к пневматическим краскораспылителям.

Красконагнетательные баки СО-42 (С-764), СО-13 (С-411А), СО-52 (С-865) и СО-12 (С-383А) представляют собой герметически закрытые сосуды, состоящие каждый из цилиндрического корпуса 1, который имеет сферическое дно; внутри его находится мешалка 2 для перемешивания герметизирующего состава (в бачке СО-12 с ручным приводом). На сферической крышке 3 бака смонтирована его арматура. Загрузочное устройство 8 имеет поворотную крышку с упором (О— открыто, З—закрыто). Фильтр 6 снабжен сеткой с 400 отверстиями на 1 см². Для автоматического сброса давления предназначен предохранительный клапан; для распределения подачи воздуха к краскораспылителям служит кран 7; кран 12—для приема воздуха от компрессора; клапан сброса давления 11--для окончательного сброса давления воздуха в баке перед его заправкой через загрузочное устройство и по окончании работы при закрытом кране 12; кран — 9 для распределения герметизирующего состава, подаваемого к краскораспылителям.

Бак СО-12 имеет сменное ведро для удобства заправки бака при изменении цвета герметизирующего состава (при работах на поверхности шахт).

Редуктор 4 предназначен для регулирования давления воздуха в баке, под действием которого герметизирующий состав подается к краскораспылителям.

Техническая характеристика красконагнетательных баков приведена в табл. 11.

Таблица 11

Показатели	Ед. измерения	Марки красконагнетательных баков			
		СО-42 (С-764)	СО-13 (С-411А)	СО-52 (С-865)	СО-12 (С-383А)
Емкость	л	40	63	100	16
Наибольшее рабочее давление воздуха	кгс/см²	4	4	4	4
Диапазон регулирования давления воздуха редуктором	кгс/см²	0,5—4	0,5—4	0,5—4	0,5—4
Количество подключаемых краскораспылителей	шт	2	2	2	1
Основные размеры	мм				
длина		790	1030	1020	670
ширина		480	480	590	410
высота		450	450	525	350
Масса	кг	32	37	60	20

Изготовитель — Вильнюсский завод строительно-отделочных машин.

Краскораспылители для нанесения герметизирующих покрытий при помощи сжатого воздуха

1. Краскораспылитель СО-24 (С-592) применяется для нанесения на поверхности цементно-полимерного состава. Им можно наносить шпаклевки и вязкие окрасочные составы.

Воздух под давлением 3—4 кгс/см² от источника питания поступает по резиновому шлангу через ниппель 7 в трубку воздуха 8. При нажатии на курок 10 воздушный клапан 11 перемещается вправо, воздух из трубки поступает в каналы корпуса 3 и попадает в головку 1. Одновременно открывается отверстие сопла и герметизирующий состав из красконагнетательного бачка под давлением 2 кгс/см² по резиновому шлангу поступает в краскораспылитель. При выходе герметизирующего состава из сопла сжатый воздух увлекает и распыляет его. Количество подаваемого в головку воздуха изменяется при помощи регулятора 6.

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Производительность, м²/ч	85
Расход воздуха, м³/ч	16
Давление воздуха, кгс/см²	3—4
Давление краски, кгс/см²	2
Габариты, мм:	
длина	160
ширина	46
высота	225
Масса, кг	0,7

Изготовитель—Вильнюсский завод строительно-отделочных машин.

2. **Краскораспылитель** КРУ-1 применяется для нанесения полимерных покрытий.

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Производительность, м²/ч	450—500
Расход воздуха, м³/ч	6—11
Давление воздуха, кгс/см²	4—5
Давление краски, кгс/см²	1,2—2
Габариты, мм:	
длина	225
ширина	60
высота	175
Масса, кг	0,5

Ручной краскопульт СО-20 (С-536А) предназначен для механического распыления полимерных составов.

Напорный резервуар 1 ручного краскопульта снабжен поршнем, всасывающим 3 и нагнетательным 7 клапанами. Краскопульт поставляется с комплектом шлангов и удочкой. При подъеме штока насоса 2 всасывающий клапан 3 открывается и происходит всасывание полимерного состава. При опускании штока клапан 3 закрывается, и состав через нагнетательный клапан 7 поступает в резервуар 1. Состав всасывается через фильтр 5 по шлангу 4, присоединенному к основанию 6. Из резервуара состав по напорному шлангу 9 подается к удочке 11, которая снабжена перекрывающим краном 10.

Для удобства работы удочка сделана разборной (из двух частей), благодаря чему можно менять ее длину. Форсунка 12—поворотная, что обеспечивает расположение факела под прямым углом к герметизируемой поверхности.

Для лучшего уплотнения клапанов в начале работы нужно наполнить краскопульт небольшим количеством состава (около 0,5 л) закачивая его при помощи насоса. После этого из состава извлекают фильтр и, делая 15—20 двойных ходов штока насоса, наполняют краскопульт воздухом. Затем конец всасывающего шланга с фильтром опускают в сосуд с составом и при помощи насоса накачивают его до нужного давления.

Аналогичное устройство и принцип действия имеет краскопульт СО-20А.

Техническая характеристика ручных краскопультов приведена в табл. 12.

Таблица 12

Показатели	Един. изм.	Марки краскопультов	
		СО-20 (С-536А)	СО-20А
Производительность	м²/ч	200	не менее 200
Рабочее давление	кгс/см²	До 6	4—6
Емкость	л	3	3
Длина всасывающего шланга	м	1,5	1,5
Длина напорного шланга	м	6	6
Основные размеры	мм	720х300х230	680х290х210
Длина удочки	м	1,9	1,9
Масса (без удочки и шлангов)	кг	5	5

Изготовитель—Вильнюсский завод строительно-отделочных машин.

Полимерные покрытия наносятся без предварительного увлажнения герметизирующей поверхности.

Время отверждения цементно-полимерного покрытия—2—3 ч., а межслойной сушки полимерного покрытия 1—2 ч.

Все герметизирующие составы, приведенные в табл. 3, пригодны для тех или иных условий как в подземных горных выработках, так и на поверхности шахт. Составы № 1 и 2 на основе стабилизированного латекса СКС-65ГП марки «Б» с цементом или цементом и песком могут применяться в сухих и влажных условиях шахт при любых депрессиях, которые имеются на шахтах. О подготовке поверхности устройств перед нанесением герметизирующих покрытий см. п. 4. 5.

Полимерные составы (№—4—7) предназначены для нанесения на поверхностные сооружения или в сухих подземных выработках (без видимого выделения воды).

Относительная влажность воздуха не оказывает влияния на изменение герметизирующих свойств для всех составов покрытий.

Сооружения из шлакобетона, бетона, шлакоблоков, бетонитов и кирпича достаточно пористые. Так, воздухопроницаемость их составляет от 300 до 700 л/м² мин при депрессии 300 мм вод. ст. и от 350 до 800 л/м² мин при депрессии 450 мм вод. ст.

В зависимости от качества сооружения или устройства, наличия трещин на его поверхности, характера окружающих пород в каждом конкретном случае можно применять те или иные виды покрытий или комбинации из них. Критерием служат видимые трещины и поры на поверхности устройств.

Депрессия, как правило, особенно при нанесении второго слоя, оказывает влияние примерно одинаковое при применении любого

из составов. Поэтому все перечисленные составы могут успешно применяться при депрессиях, регламентированных для шахт.

Герметизирующие покрытия наносятся на вентиляционные сооружения в два слоя. При монолитных окружающих породах, высоком качестве исполнения вентиляционных устройств и депрессии, оказываемой этим устройствам, до 50 мм вод. ст., допускается однослойное цементно-полимерное покрытие.

Так как вентиляционные сооружения и устройства имеют микротрещины и микропоры определенных размеров, первым слоем наносится цементно-полимерный (более густой), а вторым слоем цементно-полимерный или полимерный, в зависимости от горно-геологических условий.

В отношении воздухопроницаемости они примерно равнозначны.

Нанесение же двух слоев полимерного состава допускается при отсутствии видимых трещин и пор (поверхностные сооружения и плотные поверхности других устройств). Герметизирующие составы на основе поливинилацетатной дисперсии ПВАД рекомендуется применять только в сухих выработках.

Покрытия для герметизации необходимо наносить на устройство со стороны потока воздуха. Если по каким-либо причинам это невозможно, его наносят с противоположной стороны. При этом необходимо более тщательно подготовить поверхность При этом количество слоев покрытия может быть доведено до 3 или 4.

Герметизацию кроссингов производят после их возведения: вначале со стороны потока воздуха в два слоя цементно-полимерным составом, а затем со стороны разрежения также в два слоя.

Указанные составы прошли испытания в экспериментальной штольне ВНИИГД. Испытания показали, что покрытия неножароопасны и могут применяться в шахтных условиях.

Составы нетоксичны, обладают высокой адгезией к устройствам из различных материалов, а также эластичностью и трещиностойкостью.

Наиболее эффективными по экономичности, воздухопроницаемости и другим аэродинамическим показателям являются следующие составы (в вес. ч):

а) двухслойное цементно-полимерное покрытие:	
портландцемент марки 400 и выше	100
латекс СКС-65ГП марки «Б»	40
вода	7
б) комбинированное покрытие:	
1-й слой—портландцемент марки 400 и выше	100
латекс СКС-65ГП «Б»	40
вода	7
2-й слой—латекс СКС-65ГП марки «Б»	

Герметизирующие составы на основе водной дисперсии тиокола из-за значительной стоимости применяются при отсутствии других составов.

Два состава указанные выше (цементно-полимерный и комбинированный) внедрены на пяти шахтах Донбасса (табл. 13).

Из данных таблицы видно, что на шахте Н. П. Баракова при значительной депрессии утечки воздуха через перемычки, возведенные в выработках с бетонной крепью, в среднем, сократилось в 30 раз, а через аналогичные перемычки, расположенные в выработках, подверженных влиянию очистных работ, с арочной и трапецеидальной крепью с трещиноватыми боковыми породами и при депрессии 30—70 мм вод. ст. они сократились на шахте им газеты «Известия», более чем в 6 раз, а на шахтах производственного объединения «Ростовуголь» в аналогичных условиях—более чем в 10 раз

Это объясняется тем, что на шахте им. газеты «Известия» применяли 27 вес. ч. латекса на 100 в. ч. цемента.

В дальнейшем была выявлена оптимальная пропорция—40 вес. ч. латекса на 100 вес. ч. цемента (состав № 1, табл. 3).

Зависимости воздухопроницаемости кирпичных перемычек толщиной 250 мм от депрессий при различном содержании полимера в покрытии показаны на рис. 21, 22, 23 и 24.

При разработке рудных месторождений подземным способом утечки воздуха через выработанное пространство достигают больших величин.

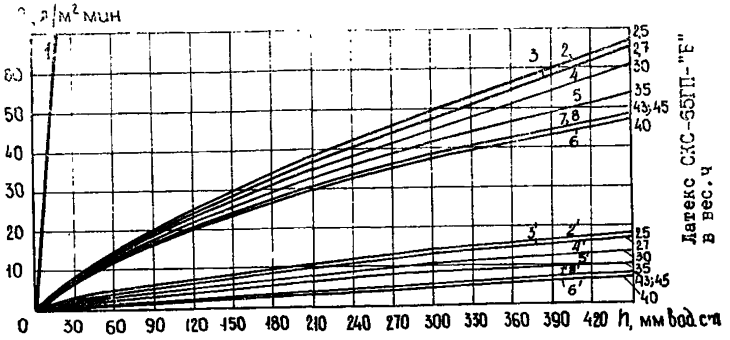


Рис. 21. Зависимость воздухопроницаемости перемычек от депрессии при различном содержании латекса в покрытии (на 100 вес. ч. цемента):

I—перемычка без покрытия; 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 — то же, с цементно-полимерным покрытием в один слой; 2′, 3′, 4′, 5′, 6′, 7′, 8′—то же в два слоя

Для снижения этих утечек могут эффективно использоваться синтетические материалы, в частности, листовой и пленочный винипласт.

Так как горизонт рудных месторождений отрабатывается в те-

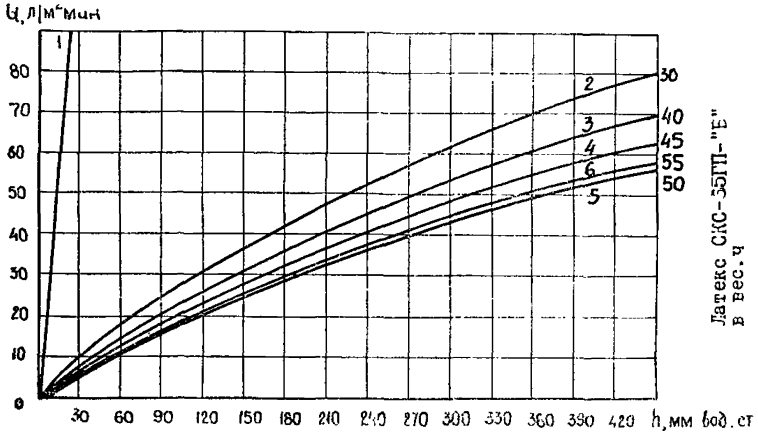


Рис. 22. Зависимость воздухопроницаемости перемычек от депрессии при различном содержании латекса в покрытии (на 100 вес. ч. цемента+100 вес. ч. песка):

I—перемычка без гокрытия; 2, 3, 4, 5, 6 — то же, с цементно-песчано-полимерным покрытием в один слой.

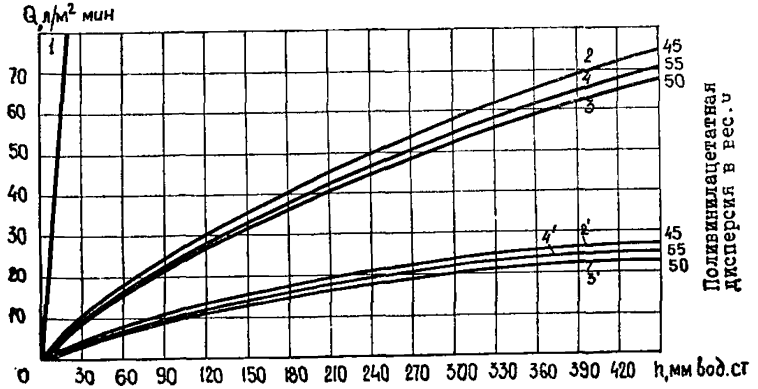


Рис. 23. Зависимость воздухопроницаемости перемычек от депрессии при различном содержании поливинилацетатной дисперсии в покрытии (на 100 вес. ч. цемента):

I—перемычка без покрытия; 2, 3, 4—то же, с цементно-полимерным покрытием в один слой; 2′, 3′, 4′,—то же, в два слоя

чение 3—4 лет, винипласт может использоваться неоднократно при переходе на нижележащие горизонты.

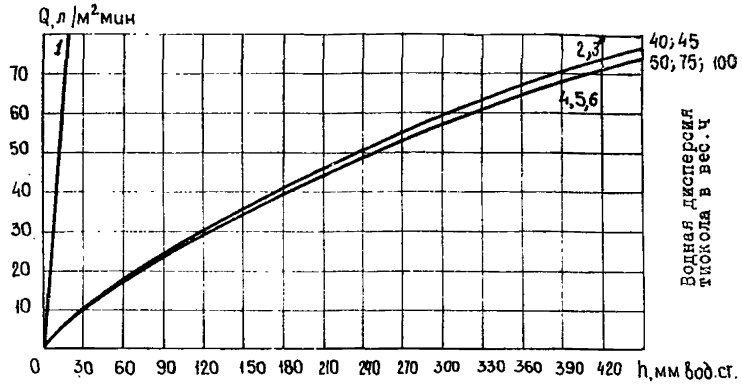


Рис. 24. Зависимость воздухопроницаемости перемычек от депрессии при различном содержании водной дисперсии тиокола в покрытии (на 100 вес. ч. латекса СКС-65 ГП марки «Б»):

1—перемычка без покрытия; 2, 3, 4, 5, 6 — то же, с полимерным покрытием в один слой

Вопросы повышения герметичности поверхностных сооружений подробно рассматриваются в «Рекомендациях по проектированию, строительству и эксплуатации герметических надшахтных зданий и сооружений», разработанных Донецким ПромстройНИИпроектом, 1975 г.

Таблица 13

Герметизирующие составы, внедренные на шахтах Донбасса

Условный номер перемычки	Техническая характеристика: Перемычки: материал	сечение, м²	толщина, мм	Покрытия: материал	количество слоев	Аэродинамическая характеристика: расход воздуха по выработ. м³/мин.	депрессия, создаваемая перемычкой, мм вод ст.: до покрытия	после покрытия	Утечка воздуха, м³/мин.: до покрытия	после покрытия	проц. утечки: до покрытия	после покрытия	кратн. сок. утечки
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
						Производственное объединение Ростовуголь							
						Шахта «Несветаевская»							
1	Шлакобетон	8,3	200	комбин.	2	2160	60	60	60	6	2,8	0,3	10
2	Бетониты	6,3	200	комбин.	2	864	10	10	72	9	8,3	1,05	8
3	Бетониты	5,9	200	комбин.	2	1089	6	6	33	7	3,0	0,7	4,7
4	Бетониты	6,2	200	комбин.	2	1056	6	6	48	0	4,5	0	утечка ликвид
5	Бетониты	18,3	200	комбин.	2	1758	10	10	71	6	4,0	0,4	11,8
						Шахта им. С. М. Кирова							
6*)	Шлакобетон	10,3	200	комбин.	2	1786	30	30	86	22	4,8	1,2	3,9
7*)	Шлакобетон	11,1	200	комбин.	2	1700	40	40	90	27	5,3	1,5	3,3
8	Шлакобетон	16,6	200	комбин.	2	1610	33	34	40	6	2,5	0,3	6,7
9	Шлакобетон	14,6	200	комбин.	2	1570	31	31	35	0	2,2	0	утечка ликвид
10	Шлакобетон	14,3	200	комбин.	2	1535	25	25	30	0	2,0	0	утечка ликвид

Продолжение таблицы 13

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
11	Шлакобетон	14,0	200	комбин.	2	1505	22	22	40	6	2,7	0,3	6,7
12*)	Шлакобетон	15,9	200	комбин.	2	1465	25	25	95	30	6,5	1,7	3,2
13	Шлакобетон	14,1	200	комбин.	2	1370	10	10	40	4	2,9	0,2	10
14	Шлакобетон	7,3	200	комбин.	2	1330	10	10	30	6	2,3	0,3	5
15	Шлакобетон	11,7	200	комбин.	2	1300	10	10	30	4	2,3	0,2	7,5
16	Шлакобетон	11,7	200	комбин.	2	985	10	10	53	8	5,4	0,6	6,6
17*)	Шлакобетон	8,0	200	цементополимерн.	2	1240	48	50	109	28	8,0	2,5	3,9
18	Шлакобетон	10,2	200	цементополимерн.	2	2196	65	75	40	4	1,8	0,2	10
19	Шлакобетон	10,7	200	цементополимерн.	2	2156	15	15	35	0	3,5	0	утечка ликвид.
20	Шлакобетон	13,6	200	цементополимерн.	2	2156	10	10	35	0	3,5	0	утечка ликвид
21	Шлакобетон	11,0	200	цементополимерн.	2	2086	10	10	38	6	1,9	0,3	6,3
22*)	Шлакобетон	14,3	200	цементополимерн.	2	2048	33	33	94	25	5,6	1,3	3,8
23	Шлакобетон	9,5	200	цементнополимерн.	2	1954	10	10	43	5	2,2	0,3	8,6

Продолжение таблицы 13

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
24	Шлакобетон	10,0	200	цементно-полимер.	2	1911	35	35	37	6	1,9	0,3	6,2
25*)	Шлакобетон	11,0	200	цементно-полимер.	2	1829	15	20	108	29	5,9	1,5	3,7
26*)	Шлакобетон	10,7	200	цементно-полимер.	2	1721	15	15	91	25	5,3	1,4	3,6
27	Шлакобетон	12,4	200	цементно-полимер.	2	1721	10	10	38	0	2,2	0	утечка ликвид.
					Шахта им. В. И. Ленина								
28	Бетонит	16,0	200	комбинир	2	510	8	8	26	6	5,1	1,2	4,3
29	Бетонит	**11,8**	200	комбинир.	2	484	6	6	22	4	4,1	0,8	5,5
30	Бетонит	11,1	200	комбинир.	2	462	4	4	16	0	3,5	0	утечка ликвид.
31	Бетонит	13,7	200	комбинир.	2	446	4	4	14	0	3,1	0	утечка ликвид.
32	Шлакобетон	12,2	200	комбинир.	2	890	77	80	30	3,0	3,1	0,7	5
33	Шлакобетон	12,6	200	комбинир.	2	830	60	60	18	0	2,2	0	утечка ликвид.
34	Шлакобетон	14,2	200	комбинир.	2	790	60	60	20	5	2,5	0,6	4
35	Шлакобетон	9.6	200	комбинир.	2	770	25	25	15	0	2,0	0	утечка ликвид
36	Шлакобетон	18,5	200	комбинир.	2	755	50	52	20	6	2,7	0,8	3,3
37	Шлакобетон	13,7	200	комбинир.	2	735	50	50	25	0	3,4	0	утечка ликвид.
38	Шлакобетон	9,7	200	комбинир.	2	694	48	49	24	0	3,5	0	утечка ликвид
39*)	Шлакобетон	10,8	200	комбинир.	2	670	45	45	35	15	5,2	2,0	2,3
40	Шлакобетон	10,9	200	комбинир.	2	600	46	48	30	5	5,0	0,7	6

Продолжение таблицы 13

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
41	Шлакобетон	10,2	200	комбинир.	2	570	42	42	22	0	3,9	0	утечка ликвид.
42	Шлакобетон	9,8	200	комбинир.	2	570	20	20	22	0	3,9	0	утечка ликвид.
43*)	Шлакобетон	14,9	200	комбинир.	2	526	40	40	34	15	6,4	2,0	2,3
44	Шлакобетон	11,9	200	комбинир.	2	482	20	20	10	0	2,1	0	утечка ликвид.
45	Бетонит	18,9	200	комбинир.	2	472	44	44	10	0	2,1	0	утечка ликвид.
				Шахта Н. П. Баракова производственного объединения Краснодонуголь									
46	Бетонит	9,1	200	комбинир.	2	394	200	200	209	7,8	53	3,7	27
47	Бетонит	3,24	200	цементно-полимерн.	2	93	55	55	40	1,2	43	1,7	33
48	Бетонит	5,3	200	цементно-полимерн.	2	172	55	55	48	1,44	28	2,1	33
				Шахта им. газеты «Известия» производственного объединения Донбассантрацит									
49	Бетонит	1,8	200	комбинир.	2	4622	49	47	22	0,0	0,5	0,0	утечка ликвид
50	Бетонит	9,6	200	комбинир.	2	2680	5	4	40	0,0	1,5	0,0	утечка ликвид.
51	Бетонит	7,8	200	комбинир.	2	1515	29	31	75	6,0	5	0,45	12,5
52	Бетонит	2,4	200	комбинир.	2	1440	19	18	28	6,0	2	0,44	4,7
53	Бетонит	8,3	200	комбинир.	2	1412	11	15	66	12,0	4,7	0,89	5,5
54	Бетонит	11,9	200	цементно полимер	2	1346	18	17	34	17,0	2,5	1,28	2

Окончание таблицы 13

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
55	Бетонит	6,9	200	цементно-полимер.	2	1048	8	9	69	10,0	6,6	1,14	6,9
56	Бетонит	9,6	200	цементно-полимер.	2	730	40	40	66	18,0	9,4	2,6	3,7
57	Бетонит	2,4	200	цементно-полимер.	2	854	208	207	42	3,5	4,9	0,47	12
58	Бетонит	2,4	200	цементно-полимер.	2	854	201	200	42	3,5	4,9	0,47	12

*) Перемычки с дверями.

4.7. Определение количества воздуха, которое будет поступать в шахту после герметизации поверхностных вентиляционных сооружений.

В общем случае реконструкция шахтной вентиляционной сети предусматривает изменение общего сопротивления собственно шахты, так и степень (воздухопроницаемость) перекрытий в устье ствола и надшахтного здания, т. е. изменение путей внешних подсосов воздуха.

Относительное количество воздуха, поступающее в шахту

$$a_{ш_1}=\frac{Q_{ш_1}}{Q_{в_1}}=\frac{1}{1+\sqrt{\frac{R_{ш_1}}{R_{п_1}}}}, \qquad (4.1).$$

где:

$Q_{ш_1}$ — начальное количество воздуха, поступающее в шахту, м³/с;

$Q_{в_1}$ — начальная производительность вентилятора главного проветривания, м³/с;

$R_{ш_1}$ — начальное общее сопротивление шахты, кμ ;

$R_{п_1}$ — начальное значение сопротивления путей внешних подсосов воздуха, кμ .

$$Q_{в_1}=Q_{ш_1}+Q_{п_1}\ м^3/с. \qquad (4.2).$$

где:

$Q_{п_1}$ — подсосы воздуха через поверхностные вентиляционные сооружения, м³/с.

Показатель изменения количества воздуха, которое будет поступать в шахту после герметизации путей внешних подсосов воздуха, определяется по формуле

$$P=\frac{Q_{ш_2}}{Q_{ш_1}}=\frac{(1+a_{п_1}f\,Q\cdot\delta R_п)\sqrt{1+\delta R_п}}{a_{п_1}+a_{ш_1}\sqrt{1+\delta R_п}}, \qquad (4.3).$$

где:

$Q_{ш_2}$ — количество воздуха, поступающего в шахту после герметизации путей внешних подсосов воздуха, м³/с;

$\delta R_п$ — относительное изменение сопротивления путей внешних подсосов воздуха

$$\delta R_п=\frac{R_{п_2}-R_{п_1}}{R_{п_1}}, \qquad (4.4).$$

где:

$R_{п_2}$ — значение сопротивления путей внешних подсосов после герметизации, кμ

$a_{п_1}$—относительная величина внешних подсосов воздуха

$$a_{п_1} = 1 - a_{ш_1} \qquad (4.5)$$

fQ — показатель изменения производительности главного вентилятора

$$fQ = \frac{H_{в_1}}{KQ_{в_1} - 2H_{в_1}}, \qquad (4.6)$$

где:

$H_{в_1}$—начальная депрессия главного вентилятора, мм вод. ст.

K—угловой коэффициент характеристики вентилятора главного проветривания.

Начальная депрессия главного вентилятора

$$H_{в_1} = R_{в_1} Q^2_{в_1} \quad \text{мм вод. ст.} \qquad (4.7)$$

где:

$R_{в_1}$—начальная величина сопротивления, на которое работает главный вентилятор

$$R_{в_1} = R_к + R_{с_1} \quad \text{кμ}, \qquad (4.8)$$

где:

$R_к$—аэродинамическое сопротивление канала вентилятора, кμ

$R_{с_1}$—начальное общее аэродинамическое сопротивление вентиляционной сети, включающее собственно шахту и пути внешних подсосов воздуха, кμ :

$$R_{с_1} \equiv R_{ш_1} a^2_{ш_1} = R_{п_1} a^2_{п_1} \quad \text{кμ} \qquad (4.9)$$

Угловой коэффициент характеристики вентилятора

$$K = tg\alpha, \qquad (4.10)$$

где α—угол наклона характеристики вентилятора, град.

Для определения углового коэффициента K поступают следующим образом.

На прямом участке характеристики заданного вентилятора (см. рис. 25) выбирают точки 1 и 2, соответствующие определенному значению H и Q .

Определяют разность между указанными точками по депрессии и производительности вентилятора.

Разделив разность депрессий на разность производительностей вентилятора, получим тангенс угла наклона характеристики вентилятора.

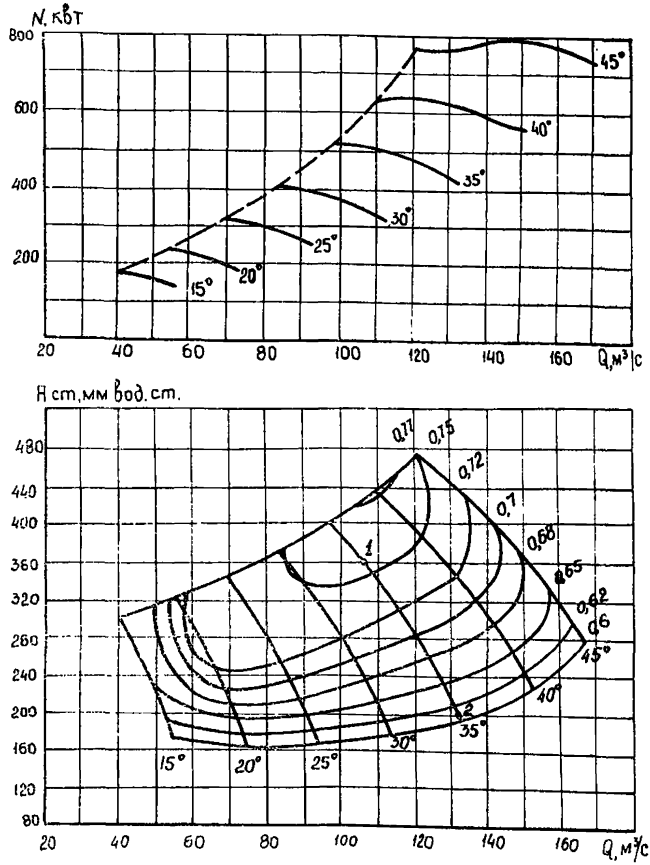


Рис. 25. Определение углового коэффициента **K** аэродинамической характеристики вентилятора ВОКД-2,4 при $n = 750$ об/мин

Определение значения **K** рассмотрим на примере.

Точка 1 соответствует напору **H**-360 мм вод. ст. и производительности $Q = 106$ м³/с, а точка 2 с **H**=200 мм вод. ст. и $Q = 133$ м³/с (см. рис. 25).

$$K = tg\alpha = \frac{\Delta H}{\Delta Q} = \frac{360 - 200}{133 - 106} = 5{,}8$$

Для вентиляторов типа ВОК и ВОКД значения «К» приведены в приложении I (табл. 1 и 2)*).

При изменении общего сопротивления вентиляционной сети производительность главного вентилятора изменится на относительную величину

$$\delta Q_в = f Q\ \delta R_в \qquad (4.11)$$

Новая производительность главного вентилятора

$$Q_{в_2} = (1 + \delta Q_в)\ Q_{в_1} \quad м^3/с. \qquad (4.12).$$

Новое количество воздуха, которое будет поступать в шахту

$$Q_{ш_2} = a_{ш^2} \cdot Q_{в^2} \quad м^3/с. \qquad (4.13).$$

а величина внешних подсосов

$$Q_{п_2} = a_{п_2} \cdot Q_{в_2} \quad м^3/с. \qquad (4.14).$$

При изменении некоторых параметров в шахтной вентиляционной сети главный вентилятор будет развивать новую депрессию.

Относительное изменение депрессии

$$\delta H_в = f_н\ \delta R_в, \qquad (4.15)$$

где

$$f_н = \frac{K Q_{в_1}}{K_в Q_1 - 2 H_{в_1}} \qquad (4.16).$$

Новая депрессия главного вентилятора

$$H_{в_2} = (1 + \delta H_в)\ H_{в_1}\ мм\ вод.\ ст. \qquad (4.17).$$

Примеры расчетов аэродинамических параметров после герметизации поверхностных вентиляционных сооружений приведены в приложении II.

5. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ГЕРМЕТИЗАЦИИ ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

Все материалы, применяемые для приготовления цементно-полимерных и полимерных составов, должны отвечать соответствующим ГОСТ и ТУ.

В процессе производства работ необходимо контролировать

*) Расчетные и приведенные в табл. 1 и 2 значения К надо при расчетах брать со знаком минус.

подготовку изолируемых поверхностей, состав и консистенцию смесей, толщину и сплошность герметизирующих покрытий.

На герметизированной поверхности не допускается наличие непокрытых мест, пузырей, вздутий. Все обнаруженные дефекты необходимо сразу же исправить.

Готовое покрытие должно быть ровным и иметь хорошее сцепление с герметизированной поверхностью. Ровность покрытия определяется визуально (герметизированная поверхность полимерными составами несколько изменяет цвет и имеет значительный блеск), сцепление — клетчатым надрезом покрытия.

Полимерные материалы должны поставляться на объект в закрытых емкостях.

Каждая партия должна сопровождаться паспортом и отвечать всем показателям, указанным в документе.

Контроль герметичности поверхностей воздухораспределительных устройств как без герметизирующего покрытия, так и с ним можно определить в лабораторных условиях с помощью специальной установки (рис. 26).

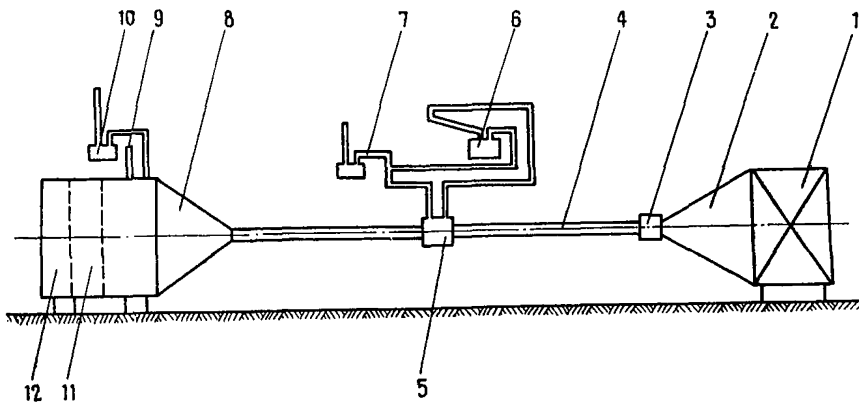


Рис. 26. Установка для испытания герметизирующих покрытий воздухораспределительных устройств:

1—вентилятор ВЦО-06/2970; 2,8—переходники конусные; 3—заслонка; 4—труба Ø 50 мм, 5—диафрагма двойная, 6—микроманометр ММН-250, 7, 10—манометры U-образные; 9—термометр; 11—перемычка; 12—короб для перемычки

Воздух просасывается вентилятором ВЦО-0,6 (вакуум-насосом ВВН-6 или пылесосом) через перемычку с помощью стальной трубы диаметром 50 мм и длиной 3 м, в средней части которой уста-

новлена двойная диафрагма. Характеристика последней приведена в табл. 14.

Характеристика двойной диафрагмы

Таблица 14

Диаметр трубы, мм	Диаметр сечения диафрагмы, мм		$m=\left(\frac{do}{dд}\right)^2$	Коэффициент расхода α	Предел постоянства коэффициента расхода Re	Расстояние между основной и дополнит. диафрагмами, мм
	дополнит. dд	основной do				
50	45,72	32,5	0,650	0,7343	17000	25

При малых расходах воздуха замеры можно выполнять с помощью ротаметров типа РС-3А, РС-3, РС-5 или газовых часов, которые размещаются между трубой и конусным переходником.

В этом случае для уменьшения пульсации воздуха после ротаметра необходимо установить компенсирующий бачок.

К конусному переходнику подсоединяется короб с макетом перемычки (толщина такая же, как и сама перемычка).

Таким образом, расход воздуха, проходящего через измерительную диафрагму, ротаметр или газовые часы, равняется утечкам воздуха через перемычку.

Изменение статического давления воздуха достигается тонким дросселированием всасывающего патрубка вентилятора и заслонки, что позволяет создавать перепад давления по обе стороны перемычки, соответствующий шахтным условиям.

Перепад давления в двойной диафрагме измеряется при помощи микроманометра типа ММН, статическое разрежение перед диафрагмой и после перемычки—при помощи U -образного манометра.

В процессе испытаний измеряются следующие величины:

Нст —статический перепад давления по обе стороны перемычки, мм. вод. ст.;

Ндр —статическое разрежение на входе и измерительную диафрагму, мм вод. ст.;

t —температура воздуха за перемычкой, °С;

Ра —атмосферное давление, мм рт. ст.;

to —температура окружающего воздуха. °С.

На основании данных замеров вычисляется удельный вес воздуха

$$\gamma_1=\gamma_0\frac{\left(P_a-\frac{H_{др}}{13,6}\right)293}{760\ (273+t)} \quad кгс/м^3, \qquad (5.1)$$

где γ_0 —удельный вес воздуха при абсолютной температуре $T_0=273$ К и нормальном давлении $P_н=760$ мм рт. ст.

Количество воздуха, проходящего через испытуемую перемычку, определяется по формуле

$$Q=\frac{12,522}{3600}\alpha\varepsilon d_0^2\sqrt{\frac{h_д}{\gamma_1}}\ л/с, \qquad (5.2).$$

где

α —коэффициент расхода диафрагмы;

ε —коэффициент расширения воздуха, равный для данных условий 1;

d_0 —диаметр узкого сечения основной диафрагмы, мм;

$h_д$—истинное значение перепада давления, мм вод. ст.;

$$h_д=h_{др}\ K_п, \qquad (5.3)$$

где:

р— отсчет по шкале микроманометра;

К— коэффициент микроманометра;

п— поправочный коэффициент на спирт.

Затем сравнивают между собой результаты утечек воздуха через перемычки без герметизации и с герметизацией соответствующими составами.

Кроме этого метода существует другой метод испытания элементов конструкций на воздухопроницаемость, изложенный в «Рекомендациях по проектированию, строительству и эксплуатации герметических надшахтных зданий и сооружений», М. «Недра», 1975 (Разработаны Донецким ПромстройНИИпроектом).

При этом расход воздуха через элементы воздухораспределительных устройств не должен превышать предельно допустимых норм для данного вида устройств. Если фактические утечки воздуха превышают допустимые, необходимо предусматривать мероприятия, способствующие повышению герметичности и уменьшению воздухопроницаемости вентиляционных устройств.

6. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

6.1. Расчет экономической эффективности произведен согласно

«Инструкции по определению экономической эффективности капитальных вложений в строительстве» (Госстрой СССР, СН-423-71)

6.2 База для сравнения.

Для сравнения были приняты существующие шахтные воздухораспределительные сооружения и устройства.

6.3. Общая характеристика эффективности.

Вентиляционные сооружения и устройства с герметизирующими покрытиями отличаются малой воздухопроницаемостью, что значительно сокращает утечки, а следовательно, и расход электроэнергии на проветривание шахт.

6.4. Метод определения экономической эффективности и формула для расчета

Экономия средств достигается за счет сокращения расхода электроэнергии на проветривание шахт. Она определяется по разности расходов на электроэнергию по базовому и новому вариантам.

Для расчета принимается формула:

$$Э = (C_1 - C_2) - E_н K_д \text{ , руб./год} \qquad (6.1).$$

где C_1 и C_2—годовые затраты на электроэнергию для утечек по базовому и новому вариантам, руб;

$E_н$—отраслевой нормативный коэффициент эффективности;

$K_д$—дополнительные капиталовложения на герметизирующие покрытия по новому варианту, руб.

При службе воздухораспределительных устройств с герметизирующими покрытиями не менее 8 лет, нормативный коэффициент $E_н = 0.12$.

Удельные капитальные затраты на сооружение этих устройств по базовому и новому вариантам условно приняты одинаковыми, хотя в некоторых случаях необходимость возведения дополнительных вентиляционных устройств вызывается только повышением герметичности.

Вместо одной перемычки в этом случае возводят две и более.

При применении высокоэффективных герметизирующих покрытий возведение дополнительных устройств отпадает, если они не предназначены для других целей (влияние горного давления и др.)

Проведение этих мероприятий дает дополнительную экономию, что также условно в расчет не входит.

6.5 Определение показателей

6.5.1. Годовые затраты на электроэнергию по базовому и новому вариантам (соответственно C_1 и C_2) определяются по формуле:

$$C = \frac{Q_в \, h_в}{102 \eta_в \, \eta_д} tnC_э \quad \text{руб.} \qquad (6.2)$$

где:

$Q_в$ — потребная производительность вентилятора для проветривания шахты с учетом утечек соответственно до герметизации вентиляционных устройств и после их герметизации, $м^3/с$;

$h_в$ — депрессия вентилятора главного проветривания, мм вод. ст.;

$\eta_в$ — КПД вентилятора;

$\eta_д$ — КПД электродвигателя;

t — число дней работы вентиляторной установки в году (t = 365);

n — число часов работы вентилятора в сутки (n =24);

$C_э$ — стоимость 1 квт ч. электроэнергии, руб.

Подставляя соответствующие значения в формулу (6.2) и принимая стоимость 1 квт. ч. (для Донецкой области—0,019, Ростовской—0,021 руб. и т. п.), получим годовые затраты на электроэнергию по базовому и новому вариантам.

6.5.2. Дополнительные капиталовложения на нанесение герметизирующих покрытий на воздухораспределительные устройства определяются по затратам на материалы и затраты труда на нанесение покрытий.

Подставляя данные в формулу (6.1), получаем годовую экономическую эффективность от внедрения герметизирующих покрытий, разделив которую на площадь герметизированной поверхности устройств, получим эффективность на 1 $м^2$ поверхности.

При расчете экономической эффективности от внедрения герметизирующих покрытий возможны следующие варианты:

1. Экономия по электроэнергии за счет уменьшения утечек воздуха. В этом случае регулируется вентилятор главного проветривания таким образом, чтобы в шахту подавалось расчетное количество воздуха с учетом сокращения утечек.

Для данного варианта произведен расчет экономической эффективности.

2. При уменьшении утечек, количество воздуха, подаваемого в шахту, не уменьшается, а за счет этого вводятся дополнительные мощности по подготовке или эксплуатации полезных ископаемых, которые невозможно было ввести при существующих утечках воздуха.

В каждом конкретном случае выбирается необходимый вариант для подсчета экономической эффективности.

При применении герметизирующих составов экономический эффект по одной шахте составит около 40 тыс. руб./год.

Кроме получения экономического эффекта, применение герметизирующих покрытий обеспечивает также улучшение проветривания выработок, снижение температуры воздуха и окружающих пород, улучшение условий труда и повышение безопасности работ.

7. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТАХ ПО ГЕРМЕТИЗАЦИИ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ СООРУЖЕНИЙ

7.1. При производстве работ рабочие должны строго соблюдать инструкцию по охране труда по профессии.

7.2. Рабочие, обслуживающие установки по приготовлению и нанесению герметизирующих покрытий, должны работать в спецодежде, резиновых перчатках и защитных очках.

7.3. К производству работ по нанесению герметизирующих покрытий на шахтные воздухораспределительные устройства допускаются лица, прошедшие дополнительный инструктаж по технике безопасности по пп. 7.4.

7.4. Перед началом работ по нанесению герметизирующих покрытий необходимо:

7.4.1. Проверить исправность манометра и предохранительных клапанов в напорных бачках.

Манометр считается неисправным, если его стрелка при выключении не возвращается к нулевому показанию шкалы на величину, превышающую половину поправки допустимой погрешности для данного манометра.

7.4.2. Продуть шланги сжатым воздухом.

7.4.3. Проверить плотность и надежность соединения шлангов с краскораспылителем и аппаратурой.

7.5. Запрещается продолжать работы при появлении неисправностей в системе (выход из строя манометра, предохранительного клапана, шланга, уплотнения), а также трещин и выпуклостей на напорных бачках.

В таких случаях необходимо сбросить давление и устранить неисправности при невозможности их устранения—заменить оборудование исправным.

7.6. При нанесении герметизирующих покрытий на высоте необходимо соблюдать следующие требования техники безопасности.

7.6.1. Леса, подмости и другие приспособления должны быть инвентарными и изготовляться по типовым проектам. Неинвентар-

ные леса допускаются лишь в исключительных случаях с разрешения главного инженера строительно-монтажной организации, причем при их высоте более 4 м они должны сооружаться по проекту, утвержденному в установленном порядке.

7.6.2. Все основные элементы лесов подлежит рассчитывать на прочность, а леса в целом—на устойчивость. При проверке лесов принимается равномерно распределенная нагрузка в 200 кг/см², кроме того , необходима проверка всех горизонтальных элементов на сосредоточенный груз в 130 кг.

7.6.3. Поверхность грунта, на которую устанавливают леса и подмости, необходимо спланировать, утрамбовать и обеспечить отвод с нее атмосферных осадков.

7.6.4. Стойки, рамы, опорные лестницы и прочие вертикальные элементы лесов следует устанавливать по отвесу и раскреплять связями в соответствии с проектом. Под концами каждой пары стоек лесов в поперечном направлении должна быть уложена цельная (неразрезанная) подкладка из доски толщиной не менее 5 см. Не допускается устанавливать леса на наледи. Запрещается выравнивать подкладку, при помощи кирпичей, камней, обрезков, досок, клиньев и других предметов.

7.6.5. Леса должны быть закреплены к стенкам по всей высоте. Места и способ крепления указываются в проекте.

7.6.6. Ширина настилов на лесах и подмостях должна быть не менее 1 м.

7.6.7. Настилы лесов и подмостей, расположенные выше 1 м от уровня земли или перекрытия, должны быть ограждены.

При невозможности или нецелесообразности устройства ограждений рабочие должны быть обеспечены предохранительными поясами.

7.6.8. Подъем и спуск людей на леса допускается только по лестницам, закрепленным верхним концом к поперечинам лесов. Уклон лестниц не должен превышать 60°.

7.6.9. Установка инвентарных подмостей друг на друга допускается в соответствии с паспортом или при условии проверки нижних подмостей на прочность.

При установке подмостей высотой более 2,5 м их следует крепить к стенке.

7.6.10. Леса и подмости высотой до 4 м допускаются к эксплуатации только после приемки их производителем работ, а свыше 4 м—после технического освидетельствования их комиссией, назначенной приказом строительно-монтажной организации.

7.6.11. Подъем рабочих на подмости допускается только по приставным лестницам (стремянкам) с перилами.

7.6.12. По всей длине стремянок через каждые 30—40 см следует набить поперечные планки сечением 4х6 см.

7.6.13. Ступени (перекладины) деревянных приставных лестниц должны быть врезаны в тетивы, которые не реже чем через 2 м следует скреплять стяжными болтами. Запрещается применять лестницы, сбитые гвоздями без врезки перекладин в тетивы. Длина деревянной лестницы не должна превышать 5 м.

Перед эксплуатацией и через каждые полгода приставные лестницы необходимо испытывать статической нагрузкой в 120 кг, приложенной к одной из ступеней в середине пролета лестницы, установленной под углом 75° к горизонтальной плоскости.

7.6.14. Общая длина (высота) приставной лестницы должна обеспечивать рабочему возможность производить работу стоя на ступени, находящейся на расстоянии не менее 1 м от верхнего конца лестницы, при этом рабочий должен закрепляться карабином предохранительного пояса к надежным элементам конструкций.

7.6.15. Нижние концы приставных лестниц должны иметь упоры в виде острых металлических шипов или резиновых наконечников в зависимости от материала и состояния опорной поверхности, а верхние концы—закрепляться к прочным конструкциям (леса, балки и т. п.).

7.6.16 Раздвижные лестницы—стремянки должны быть оборудованы устройствами, исключающими возможность их самопроизвольного сдвига.

7.6.17. Места установки приставных лестниц на участках движения транспорта или людей надлежит ограждать или охранять.

7.7. При нанесении антикоррозионных покрытий на металлические трубы и металлоконструкции необходимо выполнять следующие правила.

7.7.1. Все подготовительные (приготовление смесей растворителей и полимерных составов) и окрасочные работы необходимо выполнять в помещении, оборудованном приточно-вытяжной вентиляцией.

7.7.2. При работе на воздухе или под навесом следует находиться с наветренной стороны при условии отсутствия поблизости источников открытого огня.

7.7.3. В помещениях, где производится работа с лакокрасочными материалами, строго воспрещается курение, использование открытого огня, проведение сварочных работ.

7.7.4. Помещения для окрасочных работ должны быть обеспечены средствами пожаротушения: пенными или углекислотными огнетушителями, асбестовыми одеялами или ящиками с песком.

7.7.5. Электрическое освещение закрытых помещений должно быть выполнено во взрывобезопасном исполнении.

7.7.6. На видных местах следует развесить инструкции по противопожарному режиму с указанием обязанностей обслуживающего персонала по обеспечению пожарной безопасности, а также мер в случае возникновения пожара.

7.7.7. При производстве работ по нанесению покрытия необходимо иметь следующую защитную спецодежду: резиновые сапоги, резиновые перчатки, прорезиненный фартук, защитные очки (при работе внутри помещения — противогаз с принудительной подачей воздуха)

7.7.8. Спецодежда должна храниться в специально предназначенных для этой цели помещениях или шкафах.

7.7.9. Порожнюю тару из-под лакокрасочных материалов следует немедленно удалять из рабочего помещения и хранить на специальных площадках.

7.7.10. Запрещается принимать пищу во время работы.

7.7.11. Эпоксидную смолу при попадании на открытые части тела необходимо удалить тампоном, смоченным ацетоном с последующей промывкой кожи водой с мылом.

7.7.12. При попадании на открытые части тела отвердителя поврежденные места следует немедленно протереть тряпкой и обильно промыть водой с мылом.

7.7.13. При попадании лакокрасочных материалов в глаза их необходимо обязательно промыть чистой водой и физиологическим раствором (0,6—0,9 процентный раствор поваренной соли).

7.7.14. При любых кожных раздражениях нужно немедленно обратиться в лечебное учреждение.

7.7.15. К работе с лакокрасочными материалами не допускаются лица, не ознакомившиеся с инструкцией по охране труда и противопожарной технике.

ЛИТЕРАТУРА

1. Правила безопасности в угольных и сланцевых шахтах. М., «Недра», 1973.
2. Альбом вентиляторных установок и вентиляционных сооружений для строящихся шахт. Харьков, ВНИИОМШС, 1968.
3. Инструкция по расчету количества воздуха, необходимого для проветривания действующих шахт. М., «Недра», 1975.
4. Рекомендации по проектированию, строительству и эксплуатации герметических надшахтных зданий и сооружений. М., «Недра», 1975.
5. Руководство по изготовлению, соединению и подвеске металлических вентиляционных труб. Харьков, ВНИИОМШС, 1971.
6. Руководство по проектированию вентиляции угольных шахт М., «Недра», 1975.
7. Машины для отделочных работ. Справочное пособие по строительным машинам. М., Стройиздат, 1972.
8. Временное руководство по проверке герметичности шахтных вентиляционных сооружений и устройств. Москва, МакНИИ, 1961.
9. Руководство по производству депрессионных и газовых съемок в угольных шахтах. М., «Недра», 1975.
10. Бодягин М. Н. Рудничная вентиляция. М., «Недра», 1967.
11. Кожанов Ф. А., Бердник Н. К., Демянко П. Н. Герметизирующие покрытия вентиляционных перемычек на шахтах Донбасса. «Шахтное строительство», 1976, № 1.
12. Кожанов Ф. А. Методика исследования воздухопроницаемости подземных вентиляционных сооружений и пути повышения их герметичности. «Труды ВНИИОМШСа», вып. 24. М., ИГД им. А. А. Скочинского, 1975.
13. Мещеряков А. А. Определение количества воздуха в выработках замером скорости в одной точке. «Уголь Украины», 1971, № 7.
14. Милетич А. Ф., Яровой И. М., Бойко В. А. Рудничная и промышленная аэрология. М., «Недра», 1972.
15. Патрушев М. А., Кондратов В. П. Утечки воздуха на глубоких шахтах Донбасса. Издательство «Донбасс», Донецк, 1973.
16. Родькин И. С. Проветривание горных выработок при строительстве шахт. М., «Недра», 1970.
17. Скочинский А. А., Комаров В. Б. Рудничная вентиляция М., «Углетехиздат», 1959.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

ЗНАЧЕНИЯ УГЛОВОГО КОЭФФИЦИЕНТА *K* ХАРАКТЕРИСТИК ВЕНТИЛЯТОРОВ ГЛАВНОГО ПРОВЕТРИВАНИЯ ТИПА ВОК И ВОКД

Таблица 1

Значения коэффициента K в эмпирическом уравнении характеристики вентиляторных установок

$H_в = H_ф - KQ_в^2$ в интервале от $H_в = 0$ до $H_в = 0{,}9\ H_{max}$

Установка с вентилятором	Число оборотов колеса вентилятора n об/мин.	Максимальн. значен. КПД. установки $\eta_у$	Угол установки лопат. колеса центробежн. θ, град	Значение величин		Пределы пользования по $Q_в$, м³/с
				Нф	К	
1	2	3	4	5	6	7
ВОК-1,0 одноступенчатый	985	0,725	15	105,80	16,82	3,5—6,3
			20	117,15	13,75	5,1—8,5
			30	153,00	12,27	8,0—12,5
			40	162,27	9,74	10,2—16,7
			45	168,92	8,83	11,5—19,1
	1450	0,725	15	228,84	25,12	5,1—9,1
			20	263,15	21,40	7,5—12,3
			30	332,29	18,43	11,5—18,0
			40	351,76	14,59	14,7—24,1
			45	305,23	13,22	16,7—27,7
ВОК-1,5 одноступенчатый	730	0,725	15	126,50	8,05	8,5—15,6
			20	142,66	6,79	12,4—21,0
			30	182,75	5,99	19,1—30,5
			40	194,80	4,75	24,7—41,0
			45	203,08	4,28	28,1—47,5
	985	0,725	15	229,71	10,82	11,5—21,2
			20	285,24	9,97	16,9—28,0
			30	333,98	8,04	26,1—41,5
			40	356,32	6,38	33,7—55,9
			45	371,51	5,75	38,3—64,6
ВОК-1,8 одноступенчатый	600	0,725	15	127,92	5,77	12,4—22,2
			20	126,00	4,20	17,6—30,0
			30	179,15	4,08	27,6—43,9
			40	197,99	3,45	35,4—57,4
			45	200,07	2,95	40,5—67,8
	985	0,725	15	340,07	9,47	20,1—35,9
			20	366,85	7,55	28,5—48,6
			30	475,15	6,68	44,7—71,1
			40	527,02	5,67	57,4—93,1
			45	529,52	4,82	65,5—109,0

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7
БОК-2,4 одноступенчатый	600	0,725	15	229,20	4,36	29,4— 52,6
			20	253,93	3,57	42,3— 71,1
			30	317,55	3,02	65,5—105,2
			40	345,14	2,48	84,0—139,2
			45	358,63	2,23	95,4—160,8
БОКД-1,0 двухступенчатый	985	0,77	20	253,85	30,22	5,2— 8,4
			30	304,08	24,00	7,9— 12,7
			40	329,89	19,18	10,3—17,2
			45	324,78	15,82	11,5— 20,5
	1450	0,77	20	549,99	43,65	7,8— 12,6
			30	659,49	34,71	11,9— 19,5
			40	714,66	27,70	15,4— 25,8
			45	703,47	22,84	17,2— 30,8
ВОКД-1,5 двухступенчатый	730	0,77	20	268,59	12,79	13,0—21,0
			30	367,57	11,61	19,8— 31,7
			40	403,23	9,45	25,2— 42,7
			45	389,07	7,53	28,7— 51,7
	985	0,77	20	557,05	19,45	17,2— 28,1
			30	672,31	15,57	27,1— 43,2
			40	664,83	10,60	35,0— 62,7
			45	712,25	10,11	39,1— 70,5
ВОКД-1,8 двухступенчатый	600	0,77	10	188,99	11,02	7,8— 17,2
			20	288,42	9,34	18,6— 30,9
			30	360,73	7,83	28,7— 46,1
			40	392,80	6,31	37,0— 62,3
			45	395,09	5,41	41,4— 73,0
	985	0,77	10	470,96	16,82	12,8— 28,0
			20	718,70	14,26	30,4— 50,4
			30	898,64	11,95	46,8— 75,2
			40	978,41	9,63	60,4—101,6
			45	984,59	8,26	67,6—119,2
ЕОКД-2,4 двухступенчатый	600	0,77	10	352,36	8,86	19,3— 39,8
			20	545,51	7,62	44,9— 71,6
			30	652,62	6,04	68,2—107,9
			40	702,52	4,83	87,5—145,5
			45	726,54	4,32	98,8—168,2
	750	0,77	10	551,50	11,03	24,3— 50,0
			20	855,00	9,50	56,4— 90,0
			30	1016,47	7,49	85,7—135,7
			40	1048,93	6,01	110,0—182,9
			45	1137,44	6,38	123,6—211,4
ВОКД-3,0 двухступенчатый	375	0,77	10	220,17	4,64	23,7— 47,5
			20	321,67	3,65	54,2— 88,1
			30	418,63	3,25	83,9—128,8
			40	430,66	2,42	107,6—178,0
			45	440,47	2,12	121,2—207,1
	500	0,77	10	397,05	6,24	31,8— 63,6
			20	580,26	4,91	72,7—118,2
			30	754,78	4,37	112,5—172,7
			40	775,55	3,25	144,3—238,6
			45	798,54	2,88	162,0—277,3

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7
	600	0,77	10	572,82	7,57	37,8— 75,7
			20	837,62	5,96	86,5—140,5
			30	1088,62	5,30	133,2—205,4
			40	1118,09	3,94	171,6—283,8
			45	1154,02	3,50	193,1—329,7
ВОКД-3,6 двухступенчатый	375	0,77	10	312,02	3,70	41,0— 84,3
			20	491,83	3,24	96,4—151,8
			30	569,98	2,49	144,6—298,9
			40	558,65	1,68	186,7—332,5
			45	625,29	1,73	208,4—361,4
	500	0,77	10	552,21	4,97	53,9—111,1
			20	820,00	4,35	127,0—200,0
			30	1007,28	3,34	190,5—301,6
			40	990,08	2,26	246,0—438,1
			45	1104,76	2,32	274,1—476,2
ВОКД-1,8 двухступенчатый с входным НА	735	0,80	10	275,12	13,64	6,6— 20,2
			15	349,19	12,44	13,2— 28,1
			25	552,11	11,24	31,6— 49,1
			35	634,33	9,04	45,2— 70,2
			45	649,19	6,79	56,6— 95,6
	985	0,80	10	499,77	18,69	8,7— 26,7
			15	633,89	17,04	17,4— 37,2
			25	1002,04	15,39	41,9— 65,1
			35	1151,27	12,37	59,9— 93,1
			45	1179,95	9,31	75,0—126,7
ВОКД-3,0 двухступенчатый с входным НА	375	0,80	10	199,12	4,12	15,8— 48,3
			15	244,64	3,67	30,0— 66,7
			25	395,48	3,39	74,2—116,7
			35	449,98	2,70	105,8—166,7
			45	461,22	2,02	132,5—218,3
	500	0,80	10	355,71	5,52	21,1— 64,4
			15	438,18	4,93	40,0— 88,9
			25	706,20	4,54	98,8—155,6
			35	804,43	3,62	141,1—222,2
			45	821,99	2,70	177,7—304,4
	600	0,80	10	510,38	6,60	25,3— 77,3
			15	537,69	5,51	48,0—116,7
			25	1013,56	5,43	118,7—186,7
			35	1154,64	4,33	169,3—266,7
			45	1180,01	3,23	212,0—365,3
ВОКД-3,0 двухступенчатый с входным НА	375	0,75	15	228,22	3,88	31,1— 58,8
			20	335,80	4,44	47,9— 75,6
			25	343,86	3,30	63,0—104,2
			30	385,51	3,10	76,5—124,4
			35	425,20	2,75	94,9—154,6
			40	437,61	2,39	109,2—183,1
			45	423,01	1,91	122,7—221,8
	500	0,75	15	405,05	5,15	41,6— 78,7
			20	594,58	5,88	64,0—101,1
			25	608,53	4,37	84,2—139,3
			30	685,11	4,12	102,2—166,3
			35	752,77	3,65	126,9—206,2

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7
			40	793,60	3,24	148,3—244,9
			45	753,41	2,54	164,0—296,6
	600	0,75	15	581,15	6,31	48,7— 92,1
			20	853,81	7,21	75,0—118,4
			25	874,48	5,36	98,7—163,1
			30	981,44	5,04	119,1—194,7
			35	1082,19	4,47	148,7—242,1
			40	1112,94	3,88	171,1—286,8
			45	1080,29	3,11	192,1—347,4
ВОКД-3,6 двухступенчатый с входным НА	375	0,80	10	293,44	3,39	28,3— 86,6
			15	360,59	3,02	53,7—119,4
			25	587,01	2,85	131,3—206,0
			35	676,74	2,29	189,6—295,5
			45	698,74	1,76	234,3—397,0
	500	0,80	10	507,91	4,49	37,2—113,1
			15	627,44	4,00	70,6—156,9
			25	1020,08	3,77	172,5—270,6
			35	1176,33	3,03	249,0—388,2
			45	1215,23	2,33	307.9—521,9
ВОКД-3,6 двухступенчатый с входным НА	375	0,75	15	340,98	3,46	53,6— 98,5
			20	485,20	3,72	82,6—130,4
			25	519,82	2,94	110,1—176,8
			30	577,64	2,73	133,3—211,6
			35	651,49	2,47	168,2—263,8
			40	647,91	2,07	189,8—313,0
			45	585,38	1,53	213,0—382,6
	500	0,75	15	600,19	4,59	71,1—130,8
			20	853,23	4,93	109,6—173,1
			25	917,32	3,91	146,1—234,6
			30	1016,35	3,62	176,9—280,8
			35	1109,50	3,17	219,2—350,0
			40	1142,29	2,75	251,9—415,4
			45	1091,53	2,15	282,7—507,7

Таблица 2

Значение К в эмпирическом уравнении характеристики вентиляторных установок Нв=Нф—К Q в в интервале от $\eta_{ав}$=0,6 до $\eta_{ав}$ при Нв=0,9 Нутах.

Установка с вентилятором	Число оборотов колеса вентилятора п, об/мин.	Максимальное значение КПД установки $\eta_у$	Угол установки лопаток колеса вентилятора Θ град	Значение величин Нф	Значение величин К	Пределы пользования по Q в м³/с
1	2	3	4	5	6	7
ВОК-1,0 одноступенчатый	985	0,725	15	81,04	10,31	3,5— 5,3
			20	104,64	11,28	5,1— 6,9
			30	110,92	10,89	7,9— 10,3
			40	171,01	10,60	10,2— 13,3
			45	152,96	7,45	11,5— 13,9
	1450	0,725	15	179,48	15,42	5,1— 7,7
			20	238,89	18,10	7,5— 10,0
			30	316,76	17,08	11,5— 14,9
			40	367,35	15,65	14,7— 19,4
			45	331,52	11,16	16,7— 20,2
ВОК-1,5 одноступенчатый	730	0,725	15	101,29	5,19	8,5— 12,7
			20	131,50	5,89	12,4— 16,8
			30	171,43	5,40	19,1— 20,1
			40	164,37	3,68	24,2— 32,7
			45	178,85	3,42	28,1— 34,7
	985	0,725	15	185,28	6,97	11,5— 17,3
			20	278,23	9,56	16,8— 22,8
			30	313,44	7,25	26,1— 34,1
			40	308,27	4,95	33,7— 44,5
			45	327,85	4,61	38,3— 47,3
ВОК-1,8 одноступенчатый	600	0,725	15	103,19	3,22	12,4— 18,5
			20	126,96	3,97	17,6— 24,1
			30	171,97	3,82	27,6— 36,1
			40	167,99	2,60	35,4— 46,7
			45	172,20	2,41	40,5— 49,8
	985	0,725	15	274,03	6,18	20,1— 29,9
			20	333,22	6,51	28,5— 39,1
			30	456,52	6,26	44,7— 58,4
			40	447,67	4,27	57,4— 75,7
			45	470,75	3,92	65,5— 80,6
ВОК-2,4 одноступенчатый	600	0,725	15	181,88	2,75	29,4— 44,3
			20	232,43	3,08	42,3— 57,7
			30	311,74	2,93	65,5— 85,6
			40	292,18	1,85	84,0—111,8
			45	314,06	1,76	95,4—118,0
ВОКД-1,0 двухступенчатый	985	0,77	20	228,76	25.40	5,2— 6,9
			30	289,92	22.22	7,9— 10,6
			40	301,00	16,37	10,3— 14,3

Продолжение табл. 2.

1	2	3		5	6	7
			45	300,52	13,70	11,5— 15,8
	1450	0,77	20	495,23	36,63	7,8— 10,4
			30	501,46	21,43	11,9— 17,9
			40	660,26	24,01	15,4— 21,5
			45	650,93	19,78	17,2— 23,7
ВОКД-1,5 двухступенчатый	730	0,77	20	217,54	8,86	13,0— 17,3
			30	346,17	10,53	19,8— 26,7
			40	354,70	7,56	25,7— 36,2
			45	364,00	6,65	28,7— 39,5
	985	0,77	20	497,44	16,09	17,7— 23,6
			30	633,64	14,14	27,0— 36,4
			40	648,39	10,13	35,0— 49,3
			45	665,79	8,92	39,1— 53,9
ВОКД-1,8 двухступенчатый	600	0,77	10	171,87	8,83	7,8— 11,3
			20	264,65	8,06	18,6— 25,0
			30	334,07	6,90	28,7— 39,0
			40	350,25	5,16	37,0— 52,4
			45	352,86	4,39	41,4— 57,6
	985	0,77	10	428,17	13,47	12,8— 18,4
			20	658,80	12,29	30,4— 40,8
			30	832,63	10,54	46,8— 63,6
			40	872,03	7,87	60,4— 85,6
			45	879,84	6,71	67,6— 94,0
ЕОКД-2,4 двухступенчатый	600	0,77	10	311,16	6,72	19,3— 27,3
			20	451,99	5,76	44,9— 59,1
			30	613,25	5,48	68,2— 90,9
			40	624,15	3,93	87,5—122,7
			45	636,49	3,40	98,3—135,2
	750	0,77	10	486,66	8,36	24,3— 34,3
			20	761,20	7,85	56,4— 74,3
			30	958,24	6,81	85,7—114,3
			40	976,24	4,89	110,0—154,3
			45	995,46	4,23	123,6—170,3
ВОКД-3,0 двухступенчатый	375	0,77	10	184,03	3,11	23,7— 33,9
			20	287,62	3,02	54,2— 72,9
			30	370,16	2,67	83,9—112,7
			40	385,47	1,74	121,3—165,2
			45	394,36	2,00	107,6—150,0
	500	0,77	10	331,48	4,18	31,8— 45,4
			20	518,88	4,07	72,7— 97,7
			30	665,65	3,58	112,5—151,1
			40	692,87	2,68	144 3—201,1
			45	710,82	2,34	162,5—221,6
	600	0,77	10	477,93	5,06	37,8— 54,0
			20	748,46	4,93	86,5—116,2
			30	961,78	4,35	133,8—179,7
			40	1001,94	3,26	171,6—239,2
			45	1028,77	2,85	193,2—263,5
ВОКД-3,6 двухступенчатый	375	0,77	10	268,38	2,63	41,0— 59,0
			20	440,78	2,71	96 4—126,5
			30	529,68	2,21	144,6—194,0

Продолжение табл. 2.

	2	3	4	5	6	7
			40	551,99	1,64	136,7—261,4
			45	564,71	1,44	208,4—285,5
	500	0,77	10	473,75	3,52	53,9— 77,8
			20	779,85	3,64	127,0—166,7
			30	1272,32	4,28	190,5—255,5
			40	975,62	2,20	246,0—344,4
			45	997,47	1,93	274,6—376,2
ВОКД-1,8 двухступенчатый с входным НА	735	0,80	10	258,63	11,11	6,6— 17,5
			15	319,33	10,17	13,2— 24,6
			25	490,15	9,28	31,2— 43,0
			35	781,21	12,29	45,2— 53,1
			45	569,02	5,37	56,6— 70,6
	985	0,80	10	469,41	15,21	8,7— 23,2
			15	579,73	13,93	17,4— 32,5
			25	927,47	13,37	41,9— 57,0
			35	1419,44	16,85	59,9— 70,3
			45	1033,62	7,36	75,0— 93,6
ВОКД-3,0 двухступенчатый с входным НА	375	0,80	10	187,42	3,38	15,8— 41,7
			15	223,50	2,96	30,0— 58,3
			25	358,34	2,89	74,2—100,8
			35	402,59	2,25	105,8—137,5
			45	411,75	1,65	132,5—165,8
	500	0,80	10	334,97	4,53	21,1— 55,5
			15	399,65	3,97	40,0— 77,8
			25	641,37	3,88	98,9—134,4
			35	718,48	3,01	141,1—183,3
			45	735,62	2,21	176,7—221,1
	600	0,80	10	464,19	5,17	25,3— 66,7
			15	573,75	4,75	48,0— 93,3
			25	918,70	4,63	118,7—161,3
			35	901,33	3,01	169,3—220,0
			45	1219,31	3,26	212,0—265,3
ВОКД-3,0 двухступенчатый с входным НА	375	0,75	15	181,34	2,37	31,1— 38,6
			20	278,31	3,24	47,9— 66,4
			25	326,23	3,02	63,0— 89,9
			30	353,75	2,68	76,5—105,4
			35	383,55	2,31	94,9—129,4
			40	402,02	2,06	109,2—145,4
			45	399,55	1,71	122,7—162,2
	500	0,75	15	376,71	3,05	41,6— 51,7
			20	492,90	4,29	64,0— 83,8
			25	577,84	4,00	83,3—120,2
			30	626,66	3,55	102,2—144,9
			35	679,47	3,06	127,0—173,0
			40	737,73	2,86	148,3—194,4
			45	706,74	2,26	164,0—216,8
	600	0,75	15	461,26	3,85	48,7— 60,5
			20	707,28	5,26	25,0—103,9
			25	702,75	3,62	98,7—140,8
			30	899,18	4,35	119,7—169,7
			35	989,27	3,82	148,7—202,6

Окончание табл 2.

1	2	3	4	5	6	7
			40	1021,14	3,34	171,0—227,6
			45	1061,81	2,78	192,1—253,9
ВОКД-3,6 двухступенчатый с входным НА	375	0,80	10	275,95	2,76	28,4— 74,6
			15	339,89	2,61	53,7—101,5
			25	525,01	2,38	131,3—179,1
			35	608,28	1,93	189,5—243,3
			45	600,24	1,34	234,3—294,0
	500	0,80	10	479,54	3,65	37,2— 98,0
			15	587,75	3,43	70,6—133,3
			25	912,89	3,15	172,5—235,3
			35	1059,47	2,56	249,0—319,6
			45	1042,39	1,77	307,8—336,3
ВОКД-3,6 двухступенчатый с входным НА, число лопаток рабочего колеса 16	375	0,75	15	285,80	2,43	53,6— 63,8
			20	401,62	2,71	82,6—114,5
			25	475,00	2,53	110,1—156,5
			30	522,61	2,32	133,3—186,9
			35	590,66	2,11	168,2—223,2
			40	581,87	1,72	189,8—252,2
			45	584,21	1,45	213,0—281,1
	500	0,75	15	503,72	3,23	71,1— 84,6
			20	707,77	3,60	109,6—151,9
			25	834,89	3,35	146,1—207,7
			30	963,54	3,32	176,9—243,1
			35	998,63	2,66	219,2—296,1
			40	1027,11	2,29	251,9—334,6
			45	1027,15	1,92	282,7—373,1

ПРИМЕРЫ РАСЧЕТОВ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОСЛЕ ГЕРМЕТИЗАЦИИ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ СООРУЖЕНИЙ

Пример 1.

Шахтная вентиляторная установка оборудована осевым вентилятором типа ВОКД-2,4. Число оборотов рабочего колеса $n = 750$ об/мин, угол установки лопаток $\Theta = 35°$.

Вентилятор развивает производительность $Q_{в_1} = 120$ м³/с при депрессии $H_{в_1} = 280$ мм вод. ст. Сопротивление канала вентилятора $R_к = 0{,}005$ к.р. По результатам измерений установлено, что внешние подсосы воздуха составляют 30% (т. е. $a_{п_1} = 0{,}3$, $Q_{п_1} = 36$ м³/с), непосредственно в шахту поступает 70% воздуха производительности вентилятора ($a_{ш_1} = 0{,}7$, $Q_{ш_1} = 84$ м³/с).

Требуется определить, как изменится количество воздуха, поступающего непосредственно в шахту, если вдвое улучшить герметизацию устья ствола и надшахтного здания ($\delta R_п = 1$). Данная задача решается формулой (4.3). Для этого необходимо сначала определить по формуле (4.6) величину fQ

$$fQ = \frac{H_{в_1}}{KQ_{в_1} - 2H_{в_1}} = \frac{280}{-5{,}8 \times 120 - 2 \times 280} = -0{,}22$$

(значение углового коэффициента K взято из табл. 2 приложения 1).

Согласно формуле (4.3) при $\delta R_п = 1$ получим:

$$p = \frac{Q_{ш2}}{Q_{ш_1}} = \frac{(1 - 0{,}3 \times 0{,}22 \times 1)\sqrt{2}}{0{,}3 + 0{,}7\sqrt{2}} = 1{,}02$$

и $Q_{ш_2} = 1{,}02 \times 84 = 85{,}6$ м³/с.

Следовательно, уменьшение величины внешних подсосов в данном случае практически не приведет к увеличению количества воздуха, поступающего непосредственно в шахту.

Пример 2.

Для условия примера 1 определить режим работы вентилятора после увеличения герметичности устья ствола и надшахтного здания.

Начальное сопротивление, на которое работает вентилятор, определяется по формуле (4.7).

$$R_{в_1} = \frac{H_{в_1}}{Q^2_{в_1}} = \frac{280}{120^2} = 0{,}0194 \text{ кμ}$$

При этом начальное сопротивление сети, состоящей из собственно шахты и путей внешних подсосов воздуха (см. формулу 4.8):

$$R_{с_1} = R_{в_1} - R_к = 0{,}0194 - 0{,}005 = 0{,}0144 \text{ кμ}$$

Сопротивление шахты согласно формуле (4.9).

$$R_{ш_1} = \frac{R_{с_1}}{a^2_{ш_1}} = \frac{0{,}0144}{0{,}7^2} = 0{,}0294 \text{ кμ}$$

а начальное сопротивление путей внешних подсосов

$$R_{п_1} = \frac{R_{с_1}}{a^2_{п_1}} = \frac{0{,}0144}{0{,}3^2} = 0{,}1600 \text{ кμ}$$

Новое сопротивление путей внешних подсосов
$R_{п_2} = (1 + \delta R_п) R_{п_1} = (1+1) \times 0{,}1600 = 0{,}3200$ кμ

При этом величина внешних подсосов уменьшится до значения

$$a_{п2} = \frac{1}{1 + \sqrt{\frac{R_{п2}}{R_{ш_1}}}} = \frac{1}{1 + \sqrt{\frac{0{,}3200}{0{,}0294}}} = 0{,}232$$

Новый относительный расход воздуха, поступающего в шахту,

$$a_{ш_2} = 0{,}768$$

В результате увеличения герметичности устья ствола и надшахтного здания относительное изменение общего сопротивления сети, на которую работает вентилятор

$$\delta R_в = a_{ш_1} \times \delta R_п = 0{,}3 \times 1 = 0{,}3$$

При этом относительное изменение производительности вентилятора по формуле (4.11).

$$\delta Q_в = f Q \cdot \delta R_в = -0{,}22 \times 0{,}3 = -0{,}066,$$

а новая производительность вентилятора в соответствии с формулой (4.12).

$$Q_{в_2} = (1 + \delta Q_в) \cdot Q_{в_1} = (1 - 0{,}066) \times 120 = 112 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Выше было определено

$a_{ш_2}=0{,}768$ и $a_{п_2}=0{,}232$.

Следовательно, в новом режиме количество воздуха, поступающего в шахту

$$Q_{ш_2}=a_{ш_2}\cdot Q_{в_2}=0{,}768\times 112=86\ м^3/с,$$

а величина внешних подсосов

$$Q_{п_2}=a_{п_2}\times Q_{в_2}=0{,}232\times 112=26\ м^3/с$$

Для того, чтобы подсчитать новое значение депрессии главного вентилятора, определим по формуле (4.16) значение

$$f_н=\frac{KQ_{в_1}}{KQ_{в_1}-2H_{в_1}}=\frac{-5{,}8\times 120}{-5{,}8\times 120-2\times 280}=0{,}6$$

Тогда согласно формуле (4.15)

$$\delta H_в=0{,}6\times 0{,}3=0{,}18$$

и по формуле (4.17)

$$H_{в_2}=(1+0{,}18)\ 280=330\ мм\ вод.\ ст.$$

Новое сопротивление, на которое будет работать вентилятор

$$R_{в_2}=\frac{H_{в_2}}{Q^2_{в_2}}=\frac{330}{112^2}=0{,}263\ кμ$$

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Предисловие	3
1. Общие положения	4
2. Вентиляционные сооружения и устройства	
2.1. Назначение и классификация	4
2.2. Основные технические требования	4
2.3. Защита от коррозии вентиляционных труб и металлоконструкций	14
3. Определение герметичности воздухораспределительных сооружений и устройств	
3.1. Надшахтные сооружения	17
3.1.1. Определение подсоса воздуха через надшахтное сооружение по разности количеств воздуха	17
3.2. Вентиляторная установка	23
3.3. Подземные вентиляционные сооружения и устройства	
3.3.1. Определение утечек воздуха через глухую перемычку	25
3.3.2. Определение утечек воздуха через перемычки с дверями	26
3.3.3. Определение утечек воздуха через кроссинги и загрузочные устройства околоствольных дворов при скиповом подъеме	27
4. Способы повышения герметичности вентиляционных сооружений и устройств в период их возведения и эксплуатации	
4.1. Фактическая величина утечек воздуха при проветривании шахт	29
4.2. Общая характеристика применяемых составов для повышения герметичности вентиляционных сооружений и устройств	30
4.3. Составы покрытий и основные технические требования	31
4.4. Нормы утечек воздуха через подземные вентиляционные сооружения	
4.4.1. Без герметизирующего покрытия	34
4.4.2. С герметизирующим покрытием	36
4.5. Подготовка поверхности воздухораспределительных устройств для нанесения герметизирующих покрытий	38
4.6 Технология приготовления и нанесения герметизирующих покрытий	
4.6.1. Приготовление составов	39
4.6.2. Нанесение герметизирующих покрытий	42
4.7. Определение количества воздуха, которое будет поступать в шахту после герметизации поверхностных вентиляционных сооружений	60
5. Контроль качества герметизации воздухораспределительных устройств	63
6. Технико-экономические показатели	66
7. Техника безопасности при работах по герметизации вентиляционных сооружений	69
ЛИТЕРАТУРА	73
Приложение I. Значение углового коэффициента К характеристик вентиляторов главного проветривания типа ВОК и ВОКД	74
Приложение II. Примеры расчетов аэродинамических параметров после герметизации поверхностных вентиляционных сооружений	82

Министерство угольной промышленности СССР
СОЮЗШАХТОСТРОЙ
Всесоюзный научно-исследовательский институт
организации и механизации шахтного строительства
ВНИИОМШС

Руководство (рекомендации) по повышению герметичности шахтных воздухораспределительных устройств

Ответственный за выпуск Ф. А. Кожанов
Редактор А. М. Гак
Технический редактор В. П. Лемищенко

Сдано в набор 29. XI 1976 г. Подписано к печати 29. XII. 1976 г.
Печ. л. 4,9, уч. изд. л. 5,0. Формат 60×84 1/16. Бумага газетная. Зак. № 6870.
Тираж 1500, Цена 50 коп.

Балаклейская районная типография Харьковского облполиграфиздата.
г. Балаклея, ул. Октябрьская, 38

ЗАМЕЧЕННЫЕ ОПЕЧАТКИ

Стр.	Строка	Напечатано	Следует читать
6	Таблица «Расход материалов»	(Неправильно даны объемы)	Бетон, м³—0,3—0,5 Доски 30х100, м³—0,003 Металл, кг—0,5
13	«Примечание таблицы»	Вентиляционная дверь в бетонной перемычке	Толщина стенки не менее 5 мм
24	17 сверху	В последней точке его включают	В последней точке его выключают
26	14 сверху	10+20 мм	10—20 мм
36	19 сверху	Через подземные вентиляционных участков через подземные венти-	Через подземные венти-
39	12 снизу	латекс-65 ГП	Латекс СКС-65 ГП...
45	1 снизу	...к распределению 9,	...к распределителю 9,
61	Формула 4.7	$H_{в_1}=R_{в_1}Q^2{}_{з_1}$	$H_{в_1}=R_{в_1}Q^2{}_{в_1}$
62	Формула 4,9	$R_{с_1}=R_{ш_1}a2_{ш_1}=R_{п_1}a2_{п_1}$ кμ	$R_{с_1}=R_{ш_1}a^2{}_{ш_1}=$ $=R_{п_1}a^2{}_{п_1}$ кμ
63	Формула 4.16	$f_н=\frac{KQ_{в_1}}{K_в Q_1-2H_{в_1}}$	$f_н=\frac{KQ_{в_1}}{KQ_{в_1}-2H_{в_1}}$
66	19 снизу	р —отсчет...	hдр—отсчет...
84	4 сверху	$Oш_2Θa_{ш_2}\cdot Q_{в2}=\ldots$	$Q_{ш_2}=a_{ш_2}\cdot Q_{в_2}=\ldots$

gost.e-ecolog.ru