

Филиал Государственного бюджетного профессионального  
образовательного учреждения Республики Хакасия  
«Черногорский горно-строительный техникум»

**ОВД .09. «Шахтные стационарные установки»**

Методические указания и контрольные вопросы  
для студентов - заочников

по профессии среднего профессионального образования

21.02.17 «Подземная разработка месторождений подземных ископаемых»

квалификация: Горный техник-технолог

Абаза  
2023

Методические указания составлены в соответствии с требованиями  
Федерального государственного образовательного стандарта среднего  
профессионального образования по специальностям

21.02.17 Подземная разработка месторождений полезных ископаемых.

Методические указания по дисциплине ОВД .09. «Шахтные  
стационарные установки » содержат рекомендации по изучению материала и  
подготовки заданий, предназначенные для студентов заочной формы обучения.

Разработчик:

Рыжкова Н.И преподаватель спец дисциплин,

Ф.И.О., ученая степень, звание, должность,

## Введение

Среди установок, от которых зависит надёжность, безопасность и эффективность работы горного предприятия, одно из главных мест принадлежит стационарным машинам и установкам. Они характеризуются сложностью конструкций и большой энергоёмкостью (на их долю приходится до 70% всей потребляемой на горном предприятии энергии) и представляют собой комплексы электромеханического оборудования, предназначенного для подъёма полезного ископаемого и пустых пород на поверхность, подъёма и спуска людей, материалов, оборудования (подъёмные установки); осушения месторождений полезных ископаемых и откачки воды из горных выработок на поверхность (водоотливные установки); искусственного проветривания горных выработок и создания нормальных атмосферных условий на горном предприятии (вентиляторные установки); получения пневматической энергии – энергии сжатого воздуха, используемой при работе горных комбайнов, отбойных и бурильных молотков, лебёдок, вентиляторов местного проветривания, участковых насосов и др. (компрессорные установки).

История создания и развития стационарных машин и установок взаимосвязана с развитием горного дела, и одним из первых учёных посвятивших горному и горнозаводскому промыслу свои работы был М.В. Ломоносов.

В 1754 г. членом русской Академии наук Л. Эйлером было выведено основное уравнение центробежного колеса, имевшее большое значение в развитии турбомашин.

В 1832 г. горный инженер А.А. Саблуков (1783 – 1857 гг.) изобрёл и применил на Чагирском медном и серебряном руднике (Алтай) центробежный вентилятор, а в 1835 г. – центробежный насос. В XIX веке профессорами Петербургского горного института А.И. Узатисом (1814 – 1875 гг.), П.А. Олышевым (1817 – 1896 гг.), И.А. Тиме (1838 – 1920 гг.) и другими были разработаны основные положения горной механики как науки.

Благодаря работам академиков М.М. Федорова (1867 – 1945 гг.) и А.П. Германа (1874 – 1954 гг.) были созданы теоретические основы всех разделов горной механики (вентиляторных, водоотливных, пневматических и подъёмных установок), получившие дальнейшее развитие в трудах чл. кор. АН СССР А.С. Ильичева (1898 – 1952 гг.), акад. В.С. Пака (1888 – 1965 гг.), проф. В.Б. Уманского (1905 – 1947 гг.), проф. Г.М. Еланчика и др.

На основе вихревой теории крыла Н.Е. Жуковского (1847 – 1921 гг.) советские учёные ЦАГИ создали теорию осевых вентиляторов и рациональную конструкцию их.

В конструировании надёжных центробежных насосов большую роль сыграли труды акад. Г.Ф. Проскуры, разработавшего вихревую теорию центробежных насосов, которая явилась дальнейшим развитием вихревой теории крыла Н.Е. Жуковского.

На основе теории пневматических установок, в которую внёс большой вклад проф. А.С. Ильичев, созданы надёжные конструкции поршневых и центробежных компрессоров.

Для развития теории шахтных подъёмных установок большое значение имело выведенное в 1913 г. акад. М.М. Федоровым основное динамическое уравнение подъёмных систем, которое явилось аналитической основой при проектировании подъёмных установок. В 1925 – 1930 гг. были проведены исследования по нахождению выгодного режима работы подъёмной машины, благодаря которым стало возможным провести типизацию и стандартизацию подъёмного оборудования. Позже решались важные вопросы об аппаратуре управления и защиты, об автоматизации управления подъёмными машинами, над которыми работали горняки, электрики и машиностроители. Достигнутые успехи в области стационарных установок являются результатом коллективного творчества научно – исследовательских и проектных институтов – ЦАГИ им. Н.Е. Жуковского, ИГМ и ТК им. М.М. Федорова, ВНИИГидромаш, ЛенНИИхиммаш, Гипроуглемаш, Гипронисэлектрошахт – и машиностроительных заводов.

## **1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

Согласно специфике заочного обучения, студенты самостоятельно изучают учебную дисциплину по рекомендуемой литературе. Отдельные темы, наиболее трудные для самостоятельной проработки, излагаются преподавателем во время сессии.

При изучении дисциплины студент должен ознакомиться со следующими стандартами, входящими в единую систему конструкторской документации (ЕСКД):

ГОСТ 2.748-68 - ЕСКД. Обозначения условные графические электростанции и подстанции в схемах электроснабжения.

ГОСТ 2.751-73 - ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах, электрические связи, провода, кабели и шины.

## **2. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА**

### **Основная литература**

1. Алексеев В.В. Стационарные машины. – М.:Недра,1989.- 416 с.

2. Гришко А.П. Стационарные машины. Том1. Рудничные подъемные установки. – М.:МГГУ, 2006. – 477 с.

3.Гришко А.П. Стационарные машины. Т.2. Рудничные водоотливные, вентиляторные и пневматические установки: Учебник. М.:МГГУ, - 2007. - 586 с

### **Издания из ЭБС**

1.Стационарные машины и установки [Электронный ресурс] : Учебное пособие для вузов / Гришко Л.П., Шелоганов В.И. - 2-е изд., стер. - М. : Горная книга, 2007.

## **Дополнительная литература**

- 1.Медведев В.В. Практикум по дисциплине Шахтные стационарные машины иустановки / В.В. Медведев - Учебное пособие. Чита: ЧитГТУ, 2004, -112 с.
- 2.Медведев В.В. Основы проектирования шахтных стационарных установок / В.В. Медведев - Учебное пособие. Чита: ЧитГТУ, 2005, -161 с.
- 3.Картавый Н. Г. Стационарные машины : учебник / Картавый Н.Г. - Москва :Недра, 1981.

## **Информационно-справочные и поисковые системы**

- 1.<https://e.lanbook.com/> Электронно-библиотечная система «Издательство «Лань».
- 2.<https://www.biblio-online.ru/> Электронно-библиотечная система «Юрайт»
- 3.<http://www.studentlibrary.ru/> Электронно-библиотечная система «Консультантстудента»

## **3. СОДЕРЖАНИЕ ПРЕДМЕТА**

### **Тема 1. Общие сведения о стационарных машинах и оборудовании.**

Общие сведения о шахтных стационарных установках. Основы теории турбомашин.

Виды стационарных шахтных машин. Оборудование и эксплуатация вентиляторных, водоотливных, пневматических и подъемных установок. Принцип действия и основные элементы турбомашин.

После изучения материала студент должен:

*Знать:*

- устройство и принцип действия стационарных машин (водоотливных установок, вентиляторных установок, подъемных установок, компрессорных установок);
- характеристику турбомашин (насосов, вентиляторов) и внешних сетей, представленных графически.

*Уметь:*

- производить выбор стационарных машин и пересчет их параметров для конкретных условий; графически определять рабочие режимы вентиляторных и водоотливных установок;
- проектировать водоотливные (вентиляторные, подъемные, компрессорные) установки;
- производить выбор насосов (вентиляторов, подъемных машин, компрессоров) для конкретных условий; графически определять рабочие режимы водоотливных (вентиляторных) установок в случае отдельной или совместной их работы.

### **Тема 2. Назначение, классификация и устройство подъемных установок.**

#### **Раздел 2.1. Назначение подъёмных установок**

Подъемные установки предназначены для выдачи на поверхность добываемого полезного

ископаемого и получаемой при проходке горных выработок породы, быстрого и безопасного спуска и подъема людей, транспортирования крепежного леса, горно-шахтного оборудования и материалов. При помощи подъемной установки производится также осмотр и ремонт армировки и крепления ствола шахты. На крупных шахтах, как правило, имеются две – три действующие подъемные установки, и каждая из них предназначена для определенных целей (выдачи угля, спуска-подъема людей, выдачи породы и т. д.), а не является резервом другой. От надежной, бесперебойной и производительной работы шахтного подъема зависит ритмичная работа всей шахты в целом, поэтому к подъемным установкам (из всего комплекса электромеханического оборудования шахты) предъявляют особые требования в отношении надежности и безопасности работы.

## **Раздел 2.2. Классификация подъёмных установок**

Общее устройство основного оборудования подъемных установок и конструкция входящих в ее состав элементов весьма многообразны, что определяется в первую очередь разнообразием горнотехнических условий, в которых функционируют подъемные установки, а также многообразием конкретных функций, которые на них возлагаются. Среди последних особо выделяют характер поднимаемых и опускаемых шахтных грузов.

Основными признаками, по которым классифицируют канатные подъемные установки, являются нижеследующие.

Назначение подъемной установки. По этому признаку подъемные установки подразделяются на следующие:

- а) *главные* или *грузовые*, служащие для подъема полезного ископаемого на шахтах или обслуживающие основные грузопотоки вскрышных пород и полезного ископаемого на карьерах;
- б) *вспомогательные (людские и грузолюдские)*, служащие для подъема и спуска людей, материалов и оборудования, а также для подъема из шахты сопутствующих горных пород;
- в) *временные* или *проходческие*, используемые только на период строительства шахтного ствола, а в ряде случаев и для проходки основных выработок околоствольного двора.

Расположение относительно земной поверхности. По этому признаку выделяют два типа подъемных установок:

- а) *подземные*, располагаемые в шахтных стволах;
- б) *открытые*, располагаемые, как правило, на нерабочих бортах карьеров.

Угол наклона трассы подъемника. По этому признаку подъемные установки подразделяются на два основных типа:

- а) *вертикальные*, которые имеют преимущественное применение при подземной разработке месторождений и размещаются в вертикальных шахтных стволах;
- б) *наклонные*, размещаемые на бортах карьеров или в наклонных шахтных стволах.

**Тип подъемного сосуда.** Этот признак в большой степени определяет характер взаимодействия канатного подъема с другими звеньями транспортного комплекса горного предприятия, а также вид погрузочно-разгрузочных операций на стыках транспортных звеньев.

При клетевом подъеме погрузочно-разгрузочные операции заключаются в простом обмене груженых и порожних транспортных сосудов (вагонеток, автосамосвалов) на перегрузочных пунктах.

При скиповом подъеме перегрузка горной массы из средств призабойного транспорта в скипы выполняется, как правило, через посредство бункеров, так же, как и разгрузка скипов на поверхности.

Бадьи как подъемные сосуды используются только на проходческих подъемных установках при строительстве шахтных стволов.

Количество подъемных сосудов, приводимых в движение одной подъемной машиной. По этому признаку подъемные установки можно подразделить на три типа:

- а) *двухсосудные*, которые предполагают приведение в движение одновременно двух сосудов одной подъемной машиной (груженный сосуд поднимается, порожний в это же время опускается);
- б) *однососудные без противовеса*, когда подъемная машина приводит в движение одну ветвь каната с присоединенным к нему подъемным сосудом;
- в) *однососудные с противовесом*, в которых к концу одной из двух ветвей канатов вместо сосуда подвешивается противовес.

Тип канатоведущего органа подъемной машины. По этому признаку, отражающему способ передачи движущего усилия канату, подъемные установки подразделяются на два класса.

- а) *барабанные*, для которых характерна жесткая связь между канатом и навивочным органом (барабаном), а приведение каната в движение производится путем его навивки на поверхность барабана или свивки с указанной поверхности;
- б) *со шкивами трения*, когда канат огибает канатоведущий орган и не связан с ним жестко, а приводится в движение посредством сил трения между поверхностью шкива и поверхностью прижатого к шкиву каната.

### **Раздел 2.3. Устройство подъёмных установок**

Подъемная установка состоит из подъемного оборудования и горно-технических сооружений.

К подъемному оборудованию относятся: подъемные машины, подъемные сосуды и канаты, разгрузочные и загрузочные устройства и др.

К горно-техническим сооружениям относятся:

1. сооружения, расположенные в околоствольном дворе (погрузочный бункер и камера для опрокидывателя при скиповом подъеме или приемная площадка при клетевом подъеме);

2. ствол шахты, оборудованный направляющими проводниками для клетей и скипов при вертикальном подъеме и рельсовыми путями для вагонеток и скипов при наклонном подъеме;
3. надшахтные сооружения, состоящие из копра и приемного бункера для разгрузки подъемных сосудов; при оборудовании подъема неопрокидными клетями вместо приемного бункера сооружается надшахтное здание с приемными площадками и откаточными путями

### **Вопросы для самопроверки**

1. Какие Вы знаете основные конструкции современных типов подъемных установок?
2. Каково устройство скиповой подъемной установки?
3. Какие основные узлы клетевой подъемной установки?
4. Назовите подъемные сосуды и как они выбираются?
5. Какова конструкция шахтных подъемных канатов?
6. Как выбрать шахтный подъемный канат?
7. По каким параметрам выбираются подъемные машины?

## **Тема 3. Назначение, общее устройство пневматических установок**

### **Раздел 3.1. Общие сведения**

Пневматическая установка представляет сложный комплекс энергомеханического оборудования, предназначенного для получения сжатого воздуха и подачи его к различным потребителям на горных предприятиях. Сжатый воздух как энергоноситель (пневматическая энергия) используется в приводе бурильных, выемочно-погрузочных, транспортных и других вспомогательных машин и агрегатов, применяемых при добыче полезных ископаемых. Кроме того, сжатый воздух может выступать в качестве главного элемента технологического процесса, когда речь идет о пневматическом транспорте и эрлифтном подъеме горных пород, а также некоторых способах обогащения полезных ископаемых.

Потребность в сжатом воздухе непосредственно в шахте или карьере удовлетворяется в большинстве случаев индивидуальными компрессорными агрегатами или передвижными пневматическими установками. Горные и горно-проходческие работы на шахтах, опасных по газу и пыли, а также оборудование промплощадок обогатительных фабрик, шахт и карьеров обеспечиваются сжатым воздухом, как правило, от стационарных пневматических установок по разветвленным сетям воздухопроводов.

### **Раздел 3.2. Основное оборудование компрессорных станций пневматических установок**

Выбор типа компрессора для стационарных компрессорных станций обычно производится на основе технико-экономического сравнения вариантов. Специальными исследованиями установлено, что при расчетной производительности компрессорной станции



менее 200 м<sup>3</sup>/мин наиболее целесообразны однотипные поршневые компрессоры горизонтального или прямоугольного типа с номинальной подачей от 10 до 50 м<sup>3</sup>/мин. При расчетной производительности компрессорной станции 200 – 500 м<sup>3</sup>/мин следует применять горизонтальные поршневые компрессоры 4М10 – 10/8 с номинальной подачей 100 м<sup>3</sup>/мин. При производительности станции 500 – 1000 м<sup>3</sup>/мин целесообразны центробежные компрессоры ЦК-115/9 и К-250-61-2 с подачей соответственно 115 и 250 м<sup>3</sup>/мин. При производительности станции более 1000 м<sup>3</sup>/мин следует ориентироваться на центробежные компрессоры К-500-61-1 с номинальной подачей воздуха 500 м<sup>3</sup>/мин.

Компрессорные станции стационарных пневматических установок горных предприятий оборудуются, как правило, компрессорами общего промышленного назначения, так как необходимое давление сжатого воздуха обычно не превышает 8 – 9 бар. Наиболее часто для этих целей используют поршневые и центробежные компрессоры. Ограниченное применение в условиях горного производства имеют винтовые компрессоры. Основные технические параметры поршневых и центробежных компрессоров, применяемых на стационарных пневматических установках горных предприятий.

### **Раздел 3.3. Вспомогательное оборудование пневматических установок**

Воздухосборники – металлические сосуды цилиндрической формы и вертикального расположения, имеющие вместимость от 0,5 до 25 м<sup>3</sup>. Помимо прямого назначения (гашения пульсаций подачи воздуха компрессором), воздухосборники используют для выделения масла и влаги, а также для частичного охлаждения воздуха.

Концевые охладители. Расход охлаждающей воды в концевых охладителях составляет примерно 2 – 2,5 л на 1 м<sup>3</sup> сжатого воздуха.

Всасывающие фильтры. На пневматических установках горных предприятий наибольшее распространение получили масляные самоочищающиеся и металлические висциновые фильтры. Общая площадь фильтров принимается из условия обеспечения скорости движения воздуха через фильтр 0,3 – 1,0 м/с или 0,3 – 1,0 м<sup>2</sup> на каждые 1000 м<sup>3</sup>/мин подачи компрессора.

Висциновые фильтры марки Ф выпускают двух типоразмеров: Ф50 и Ф100 соответственно на подачу компрессора 50 и 100 м<sup>3</sup>/мин. Сопrotивление фильтров 50 Па. Площадь фильтрующей поверхности одной ячейки фильтра – 0,44 м<sup>2</sup>. Количество ячеек в фильтрах - 2 (Ф50) и 4 (Ф100).

Система водоснабжения. Система водяного охлаждения компрессорной станции состоит из промежуточных, последующих и конечных охладителей сжатого воздуха, водяных рубашек цилиндров, холодильных элементов маслоразделителей, охладителей смазочных масел, установок водоснабжения, регенерации и оборота охлаждающей воды.

Водоснабжение охладителей, как правило, централизованное. При малом расходе и обеспеченном источнике охлаждающей воды применяют прямоточные схемы водоснабжения, при которых вода после нагрева в теплообменниках сбрасывается в водоемы или направляется в системы теплоснабжения объектов промплощадки предприятия. При циркуляционных схемах водоснабжения насосная станция обеспечивает подачу холодной и возврат горячей воды по системе трубопроводов для последующего охлаждения.

При циркуляционных системах водоснабжения вода от компрессорных станций поступает на охлаждение в градирню или брызгальный бассейн.

На пневматических установках горных предприятий для охлаждения воды используются также открытые градирни башенного типа высотой 15 – 20 м, представляющие собой сооружение, состоящее из резервуара охлажденной воды, оросительного устройства с рештками для разбрызгивания воды и вытяжной башни для циркуляции охлаждающего воздуха за счет естественной тяги или принудительного наддува. Крупные компрессорные станции оснащаются вентиляторными секционными градирнями, обеспечивающими глубокое охлаждение воды.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Опишите теоретический процесс работы поршневого компрессора.
2. Что входит в основное оборудование компрессорных станций?
3. Назовите конструктивные узлы поршневого компрессора. Как работает поршневой компрессор?
4. Что представляет собой вспомогательное оборудование компрессорных станций?

## **Тема 4. Назначение, классификация и устройство водоотливной установки.**

### **Раздел 4. 1. Общие сведения**

Разработка месторождений полезных ископаемых, как правило, сопровождается поступлением в горные выработки подземных и поверхностных вод, а также инфильтрационных вод из рек и поверхностных водоемов. Наличие воды в разрабатываемых горных массивах и ее приток в горные выработки затрудняют условия работы людей и машин, а в ряде случаев существенно сказываются на физических свойствах горных пород, приводя к снижению устойчивости горных массивов, ухудшению качества добываемого полезного ископаемого.

Поэтому производство горных работ открытым и подземным способами в большинстве случаев требует проведения комплекса мероприятий по полному или частичному осушению разрабатываемых горных массивов, исключению или уменьшению водопритока в горные выработки, а также сбору и отводу поступающей в выработки воды.

## **Раздел 4.2. Основное оборудование шахтных водоотливных установок**

Необходимым составным элементом дренажной системы является водоотливная установка – комплекс энергомеханического оборудования, служащий для откачки подземных и поверхностных вод из дренажных горных выработок шахт и карьеров.

По характеру взаимодействия с откачиваемой жидкостью в составе любой водоотливной установки выделяют два главных элемента: *силовой насосный*, или *вакуум-насосный агрегат*, служащий для преобразования механической энергии в энергию движущейся жидкости, и *трубопроводную (внешнюю) сеть* – систему каналов, по которым жидкость перемещается от водосборных сооружений к водоотводным. Поступая в насос, жидкость получает необходимый запас энергии, который расходуется при ее перемещении в каналах внешней сети.

В состав водоотливной установки, обеспечивая необходимую надежность и эффективность работы основного оборудования, входят также следующие элементы: *пускорегулирующая и предохранительная арматура* (задвижки, вентили, переключатели потоков, обратные и предохранительные клапаны, воздуховыпускные устройства – вантузы, компенсаторы температурных изменений длины трубопроводов, гасители и компенсаторы гидравлических ударов); *контрольно-измерительная аппаратура* (манометры, вакуумметры, расходомеры, индикаторы движения жидкости, уровнемеры, реле заливки насосов и пр.); *системы ручного и автоматического управления приводом насоса с комплектом электроизмерительной аппаратуры*.

## **Раздел 4.3. Классификация шахтных водоотливных установок**

По назначению водоотливные установки подразделяют на *главные (центральные)*, *вспомогательные (участковые)* и *временные (проходческие)*. К главным относятся установки, предназначенные для перехвата и откачки всего или большей части ожидаемого притока воды в горные выработки. При большой протяженности шахтных и карьерных полей может использоваться несколько главных водоотливных установок.

Временные установки используются в период проходки капитальных горных выработок строящегося предприятия или в период чрезвычайных ситуаций по водопритоку

По расположению основного оборудования относительно осушаемого массива водоотливные установки подразделяют на *зумпфовые*, основное оборудование которых располагается вне осушаемого массива у водосборника относительно большой емкости, *скважинные* и *иглофильтровые*. На скважинных установках силовое насосное оборудование расположено непосредственно в осушаемом массиве, в котором пройдена скважина соответствующих размеров.

Водоотливные установки подразделяют также на *стационарные*, *полустационарные* и

*передвижные*. К последним относят вспомогательные установки, перемещаемые по мере продвижения забоев. Полустационарные установки изменяют свое местоположение периодически через относительно большие интервалы времени, по мере продвижения фронта горных работ и по глубине разрабатываемого массива.

#### **Раздел 4.4. Устройство водоотливных установок**

Зумпфовые водоотливные установки имеют наибольшее распространение на горных предприятиях. Отличительным признаком таких установок является наличие зумпфа-водосборника относительно больших размеров, который аккумулирует воду, поступающую в него из горных выработок самотеком по дренажным каналам.

По местоположению водосборника относительно дневной поверхности зумпфовые водоотливные установки подразделяются на *открытые* и *подземные*, или *шахтные*. Первые применяются только для водоотлива на карьерах, а вторые – на шахтах и подземных рудниках, а также на карьерах при подземном способе осушения карьерных полей.

Водосборники шахтных водоотливных установок представляют собой систему горных выработок, разделенную на две-три части (секции). Секции отделены от приемного колодца бетонными перемычками, оборудованными перепускными клапанами. Это позволяет попеременно отключать секции водосборника и производить их чистку.

Водосборник открытой водоотливной установки обычно представляет собой котлован удлиненной пирамидальной формы.

Выполняя функции приемных резервуаров и отстойников для осветления воды, водосборники одновременно являются и регулирующими емкостями, компенсирующими разницу между притоком воды из горного массива и расходом откачивающих ее насосов.

#### **Вопросы для самопроверки**

1. Назовите основное оборудование шахтной водоотливной установки.
2. Перечислите вспомогательное оборудование шахтной водоотливной установки.
3. Охарактеризуйте схемы рудничного водоотлива.
4. Какие Вы знаете основные способы регулирования основных параметров центробежных насосов?
5. Какова работа электропривода насосов главного водоотлива?
6. Что такое «промышленная зона насоса»?

### **Тема 5. Назначение, классификация и устройство вентиляторных установок**

#### **Раздел 5.1. Общие сведения**

Вентиляторные установки на горных предприятиях служат для проветривания горных

выработок и поддержания в них комфортных и безопасных условий труда путем создания атмосферных условий, при которых состав, скорость перемещения и температура воздуха соответствовали бы требованиям отраслевых ПБ.

Атмосферный воздух, проходя по горным выработкам, изменяет свой состав. Содержание кислорода в нем уменьшается, а углекислого газа увеличивается. Кроме того, в него попадают такие газы, как азот, оксид углерода, сероводород, сернистый газ, оксиды азота, метан, а также пыль, пары воды и другие вещества, выделяющиеся из горных пород и образующиеся при производстве горных работ.

Содержание газов в воздухе характеризуется их концентрацией, представляющей собой отношение объема (объемная концентрация) или массы (массовая концентрация) данного газа ко всему количеству газовой смеси.

Воздух, поступивший с поверхности в горные выработки и претерпевший изменения, называется *рудничным*. Воздушная струя, движущаяся от воздухоподающего ствола к забоям, называется *поступающей*, а от забоев к воздуховыдающему стволу – *исходящей*.

## **Раздел 5. 2. Классификация шахтных вентиляторных установок**

По назначению вентиляторные установки подразделяются на главные, вспомогательные и местного проветривания.

*Вентиляторные установки главного проветривания* предназначены для вентиляции всех выработок горного предприятия (шахты, рудника, карьера) или его части (крыло, блок, панель и т.д.). В соответствии с ПБ на шахтах и подземных рудниках эти установки располагаются на поверхности у устья герметически закрытых стволов, шурфов, штолен и скважин.

*Вспомогательные вентиляторные установки* предназначены для проветривания стволов и капитальных выработок при их проходке, а также отдельных участков горного предприятия. Обычно они располагаются, как и главные, на дневной поверхности.

*Вентиляторные установки местного проветривания* используются для вентиляции тупиковых выработок, забоев и отдельных застойных зон.

По способу проветривания главные вентиляторные установки подразделяют на *всасывающие* и *нагнетательные*. Всасывающий способ проветривания применяют, как правило, на шахтах, опасных по газу, нагнетательный – на шахтах, не опасных по газу. Иногда применяют *нагнетательно-всасывающий способ проветривания*. В этом случае два вентилятора работают последовательно – один на нагнетание, а другой на всасывание.

В составе главных и вспомогательных вентиляторных установок используют как осевые, так и центробежные вентиляторы. Вентиляторы местного проветривания являются в основном осевыми.

### **Раздел 5. 3. Общее устройство вентиляторных установок главного проветривания**

Устройство вентиляторной установки зависит от ее назначения, расположения, типа применяемых вентиляторов и требований отраслевых Правил безопасности и Правил технической эксплуатации, предъявляемых к установкам различных типов.

В составе вентиляторных установок главного проветривания одинаково широко применяются как центробежные, так и осевые вентиляторы.

*Осевые вентиляторы главного проветривания*, выпускаемые серийно, охватывают диапазон подач от 10 до 580 м<sup>3</sup>/с и статических давлений от 600 до 3900 Па и предназначены для проветривания горных предприятий с относительно небольшим сопротивлением вентиляционной сети.

*Главные вентиляторные установки* должны состоять не менее чем из двух вентиляторных агрегатов, один из которых должен быть резервным. Вентиляторы на газовых шахтах должны быть одного типоразмера. На негазовых шахтах главные вентиляторные установки могут состоять из одного агрегата с резервным электроприводом.

Кроме того, главные вентиляторные установки должны быть оборудованы реверсивными устройствами, обеспечивающими изменение направления воздушного потока (вентиляционной струи) на противоположное во всех горных выработках, проветриваемых за счет общешахтной депрессии.

Рабочий и резервный вентиляторы соединяются со стволом шахты системой вентиляционных каналов: подводящего, всасывающих, нагнетательных, обводных и диффузора с выходной частью. Каналы выполняются в бетоне в комплексе со зданием, в котором размещаются вентиляторные агрегаты.

В состав вентиляторной установки главного проветривания входят: два вентиляторных агрегата, состоящих из вентиляторов с электродвигателями и аппаратуры управления, автоматизации и контроля; вспомогательное оборудование для переключения и реверсирования воздушного потока; система вентиляционных каналов, обеспечивающих

прямую и реверсивную работу каждого из вентиляторов; глушители шума.

#### **Раздел 5.4. Вспомогательное оборудование шахтных вентиляторных установок**

Вспомогательное оборудование включает в себя: ляды, с помощью которых перекрываются вентиляционные каналы; механизмы для открывания и закрывания ляд; устройства для уплотнения ляд; люки для доступа в каналы. Ляды выполняются по типу падающих или самоходных вертикальных дверей. В качестве привода ляд применяются лебедки с системой канатов (падающие ляды), а также цепной привод с червячным редуктором и винтовой с мотор-редуктором для самоходных вертикальных ляд.

Компоновка вентиляторной установки определяется типом вентилятора: осевой или центробежный, с одно- или двухсторонним входом, реверсивный или нет.

#### **Раздел 5.5. Аэродинамические характеристики вентиляторов**

Аэродинамические характеристики вентиляторов (вентиляторных установок) определяются опытным путем и представляют совокупность графических зависимостей статического давления  $H_{ст}$  и статического коэффициента полезного действия  $\eta_{ст}$  от расхода (подачи)  $Q$  воздуха при различных регулируемых параметрах вентиляторных агрегатов (частотах вращения, углах установки лопастей рабочего колеса и пр.).

Отличительной эксплуатационной особенностью вентиляторных установок является их работа на внешнюю сеть, сопротивление которой постоянно меняется в связи с развитием фронта работ и изменением климатических и горно-технических условий. Кроме того, вентиляторы главного проветривания имеют очень большой срок службы: от 14 до 20 лет. За это время характеристика внешней сети может измениться в значительных пределах. Поэтому для того, чтобы вентиляторная установка могла обеспечить необходимую подачу воздуха в течение всего срока службы, она должна быть регулируемой.

Регулирование режима работы осевых вентиляторов типа ВОД осуществляют в настоящее время за счет изменения углов установки лопастей рабочего колеса. При этом поворот лопастей производится дискретно через 5 град. Поэтому регулирование получается ступенчатым.

Режимы работы центробежных вентиляторов регулируются изменением углов установки лопаток направляющих аппаратов или частоты вращения  $n$  рабочего колеса. Оба эти способа регулирования являются непрерывными.

Комбинированный способ регулирования заключается в том, что в диапазонах рабочего режима вентиляторов осуществляется подрегулировка (тонкое регулирование) различными способами (направляющим аппаратом, задвижкой в вентиляционном канале и т.д.).

## **Вопросы для самопроверки**

1. Что представляет собой вентиляторная установка; ее назначение, классификация?
2. Основное оборудование главных вентиляторных установок.
3. Перечислите основные конструктивные узлы центробежных вентиляторов.
4. Перечислите основные конструктивные узлы осевых вентиляторов
5. Реверсирование воздушной струи. Как оно производится?
6. По каким параметрам выбирают вентиляторы?

## **Вопросы контрольной работы**

1. Какие Вы знаете основные конструкции современных типов подъемных установок?
2. Каково устройство скиповой подъемной установки?
3. Какие основные узлы клетевой подъемной установки?
4. Назовите подъемные сосуды и как они выбираются?
5. Какова конструкция шахтных подъемных канатов?
6. Как выбрать шахтный подъемный канат?
7. По каким параметрам выбираются подъемные машины?
8. Назовите основные марки цилиндрических барабанов, их конструктивные узлы.
9. Основные схемы электропривода подъема. Перечислите их.
10. Как определить эквивалентную мощность электропривода подъема?
11. Уравнение Федорова. Каково его назначение?
12. Объясните трехпериодную диаграмму скорости подъема.
13. Опишите теоретический процесс работы поршневого компрессора.
14. Что входит в основное оборудование компрессорных станций?
15. Назовите конструктивные узлы поршневого компрессора. Как работает поршневой компрессор?
16. Что представляет собой вспомогательное оборудование компрессорных станций?
17. Как графически изображается изменение состояния воздуха изо- термическим, адиабатным и политропным процессами?
18. Многоступенчатое сжатие. Каковы пределы сжатия, его теоретическая диаграмма?
19. Назовите конструктивные узлы поршневого компрессора. Как работает поршневой компрессор?
20. Какие электроприводы применяются на компрессорных станциях?
21. Назовите основное оборудование шахтной водоотливной установки.



22. Перечислите вспомогательное оборудование шахтной водоотливной установки.
23. Охарактеризуйте схемы рудничного водоотлива.
24. Какие Вы знаете основные способы регулирования основных параметров центробежных насосов?
25. Какова работа электропривода насосов главного водоотлива?
26. Что такое «промышленная зона насоса»?
27. Отличие характеристики трубопроводной сети от вентиляционной.
28. Как определяется рабочий режим насоса?
29. Характеристика трубопровода, ее уравнение и построение.
30. Что представляет собой вентиляторная установка; ее назначение, классификация?
31. Основное оборудование главных вентиляторных установок.
32. Перечислите основные конструктивные узлы центробежных вентиляторов.
33. Перечислите основные конструктивные узлы осевых вентиляторов
34. Реверсирование воздушной струи. Как оно производится?
35. По каким параметрам выбирают вентиляторы?
36. Какие существуют системы приводов главных вентиляторов?
37. Характеристика вентиляторной сети, ее уравнение, построение.
38. Рабочий режим вентилятора.

## ЗАДАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

### *Общие указания*

После изучения программного материала студент приступает к выполнению контрольной работы. Номер варианта работы соответствует порядковому номеру фамилии студента в журнале (см. приложение 1).

Контрольная работа должна быть выполнена в установленные учебным графиком сроки. Работа выполняется на компьютере, стандартный шрифт №12 (Times New Roman), в соответствии с требованиями к письменным контрольным работам. **Перед каждым ответом пишется текст вопроса.** Ответы должны быть краткими, но полностью охватывать конкретное существо вопроса. В контрольной работе должны быть даны подробные ответы на вопросы варианта задания.

В конце работы следует указать список использованной литературы, электронные ресурсы. Небрежно выполненная работа или выполненная работа не по своему варианту не оценивается и возвращается студенту.

Если у студента возникают вопросы, то необходимо обратиться к преподавателю за консультацией по телефону или по электронной почте

## Варианты контрольной работы

Номера вариант	Номера вопросов	Номера п/п	Фамилия, имя, отчество
01	1, 9, 17, 29	01	Базашвили Первиз Теймурович
02	2, 10, 18, 30	02	Борзенко Артём Борисович
03	3, 11, 19, 31	03	Васильев Владимир Веняминович
04	4, 2, 20, 32	04	Додонов Константин Витальевич
05	5, 13, 21, 33	05	Заречнев Валентин Валентинович
06	6, 14, 22, 34	06	Коптелин Максим Викторович
07	7,15, 23, 35	07	Кузнецов Константин Валерьевич
08	8, 16, 24, 36	08	Легчаков Григорий Александрович
09	7, 16, 25, 37	09	Настич Денис Владиславович
10	2, 9, 26, 38	10	Пневский Алексей Игоревич
11	1, 15, 27, 32	11	Потылицына Дарья Олеговна
12	3, 14, 28, 33	12	Сартаков Максим Владимирович
13	4,10, 17, 35	13	Святкин Валерий Геннадьевич
14	8, 11, 20, 42	14	Соколов Денис Николаевич
15	6,13, 22, 43	15	Стариков Кирилл Олегович
16	5, 12, 19, 30	16	Султанов Николай Викторович
17	4, 16, 20, 31	17	Тарасов Егор Михайлович
18	8, 14, 27, 38	18	Тарсаков Алексей Леонидович
19	6, 13, 28, 36	19	Федоренко Евгений Викторович