

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева»

**ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ**

Кафедра горных машин и комплексов

## **СТАЦИОНАРНЫЕ УСТАНОВКИ (МАШИНЫ)**

Программа, методические указания по выполнению практических занятий, самостоятельной работы и раздела дипломного проекта для студентов направления подготовки специалистов 21.05.04 «Горное дело» специализаций 21.05.04.01 «Подземная разработка пластовых месторождений», 21.05.04.09 «Горные машины и оборудование», 21.05.04.12 «Технологическая безопасность и горноспасательное дело», 21.05.04.10 «Электрификация и автоматизация горного производства» и бакалавров 20.03.01 «Техносферная безопасность» профиля 20.03.01.01 «Безопасность технологических процессов и производств» всех форм обучения

Составители Ю. С. Щербаков  
Н. В. Ерофеева

Утверждены на заседании кафедры  
Протокол № 4 от 26.10.2015  
Рекомендованы к печати  
учебно-методической комиссией  
специальностей 21.05.04.09, 21.05.04.10  
Протокол № 2 от 30.10.2015  
Электронная копия находится  
в библиотеке КузГТУ

Кемерово 2015

## ВВЕДЕНИЕ

Изучение дисциплины «Стационарные установки (машины)» для студентов направления подготовки специалистов 21.05.04 «Горное дело» и бакалавров 20.03.01 «Техносферная безопасность» предусмотрено стандартами и учебными планами.

Форма промежуточного контроля и название дисциплины представлены в табл. 1 согласно специализации (профилю).

Таблица 1

№	Специализация (профиль)	Код	Форма обучения	Семестр	Форма контроля	Курсовая, контрольная работа, РГР
<b>Стационарные установки</b>						
1.	Подземная разработка пластовых месторождений	21.05.04.01	очная	8	зачет	РГР
2.	Подземная разработка пластовых месторождений	21.05.04.01	заочная	8	зачет	контрольная
3.	Технологическая безопасность и горноспасательное дело	21.05.04.12	очная	8	зачет	-
4.	Безопасность технологических процессов и производств	20.03.01.01	очная	4	экзамен	-
<b>Стационарные машины</b>						
5.	Горные машины и оборудование	21.05.04.09	очная	9	экзамен	курсовая
6.	Горные машины и оборудование	21.05.04.09	заочная	9	экзамен	курсовая
7.	Электрификация и автоматизация горного производства	21.05.04.10	очная	7	зачет	-

В результате изучения дисциплины студенты должны получить знания по теории работы водоотливных, вентиляторных, подъемных и пневматических установок горных предприятий, а также по устройству и конструкциям машин и оборудованию этих установок, изучить их параметры и характеристики, требования Правил безопасности (ПБ) [15], Правил технической эксплуатации (ПТЭ) [16] и охраны труда, освоить методики проверочных и проектировочных расчетов стационарных установок.

Дисциплина «Стационарные установки (машины)» включает следующие разделы: 1) основы общей теории турбомашин; 2) водоотливные установки шахт; 3) вентиляторные установки шахт; 4) пневматические установки; 5) подъемные установки.

## **ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ**

Изучение дисциплины «Стационарные установки (машины)» базируется на ранее изученных студентами дисциплинах, таких как математика, физика, теоретическая механика, прикладная механика, гидромеханика, электротехника и электропривод и автоматизация горного производства. Знания, полученные студентами при изучении вышеперечисленных дисциплин, являются основой для дальнейшего развития вопросов теории физических процессов стационарных машин, практических расчетов, методов измерения мощности, потребляемой из сети, и ряда других.

Освоение дисциплины складывается из следующих этапов: изучение теоретического материала по рекомендованным литературным источникам; изучение действующих стационарных установок на горных предприятиях; закрепление полученных знаний путём выполнения контрольной (курсовой, РГР) работы.

Изучая отдельные темы, необходимо проверять усвоение материала, используя контрольные вопросы для самопроверки. Отдельные наиболее трудные вопросы необходимо выносить на консультации, проводимые по расписанию на кафедре.

### **1. ОСНОВЫ ОБЩЕЙ ТЕОРИИ ТУРБОМАШИН**

Типы, принципы действия и основные элементы турбомашин [2, с. 31–34]. Параметры, характеризующие работу машин и установок [2, с. 22–26].

Кинематика потока в рабочем колесе центробежной и осевой турбомашин [2, с. 37–38].

Теоретическая производительность турбомашин [4, с. 20, 23]. Основное уравнение турбомашин [4, с. 23–32]. Теоретическая характеристика турбомашин [2, с. 42–47]. Потери и действительная индивидуальная характеристика турбомашин [2, с. 47–55].

Влияние размеров, частоты вращения вала и плотности текучего на характеристику турбомашин [4, с. 42–43]. Подобие турбомашин [2, с. 55–62].

Характеристика трубопровода [4, с. 51–56]. Режимы работы турбомашин на внешнюю сеть [2, с. 77–82]. Условия устойчивой работы центробежной и осевой турбомашин на внешнюю сеть [4, с. 58–60].

Пересчет характеристик и определение режима работы турбомашин на внешнюю сеть при другой частоте вращения рабочего колеса [4, с. 45–46]. Универсальная характеристика турбомашин [4, с. 50–51].

Совместная работа турбомашин на общий трубопровод [2, с. 95–101].

### **1.1. Методические указания**

Изучение основ общей теории турбомашин является необходимым условием при изучении работы вентиляторов, насосов, турбокомпрессоров. Основы общей теории турбомашин в доступной форме и достаточно полно также изложены и в учебной литературе [4, с. 7–63; 5, с. 8–30].

При изучении этого раздела необходимо обратить внимание на ряд главных вопросов. Следует наиболее подробно изучить такие вопросы как кинематика потока жидкости в рабочем колесе, теоретическая производительность и напор турбомашин, характеристика внешней сети. Особое внимание следует уделить регулированию режимов работы турбоустановок и использованию законов пропорциональности. Эти вопросы изложены также в литературе [4, с. 44–46, 68–71; 5, с. 24–30].

После изучения основ теории работы турбомашин студент должен уметь на практике применять полученные знания.

## 1.2. Вопросы для самопроверки

1. Назовите основные типы рабочих колес турбомашин. В чем заключаются их основные конструктивные отличия?
2. Перечислите параметры, характеризующие работу турбомашин.
3. Перечислите величины, оказывающие влияние на теоретическую производительность центробежного колеса.
4. Изобразите теоретические напорные характеристики турбомашин.
5. Перечислите различные виды потерь напора в турбомашинах и изобразите действительную характеристику турбомашин.
6. Изобразите характеристики внешней сети вентиляторных и водоотливных установок, напишите уравнения и покажите их влияние на режим работы.
7. Какие требования предъявляются к рабочему режиму турбомашин?
8. Как определить зону устойчивости и экономичности на напорной характеристике турбомашин?
9. Напишите законы пропорциональности турбомашин.
10. Перечислите способы регулирования режима работы вентиляторных и водоотливных установок.
11. Изобразите графически основные случаи совместного включения нескольких турбомашин на общую сеть.
12. Поясните порядок построения суммарных напорных характеристик турбомашин при параллельном и последовательном включении.

## 2. ВОДООТЛИВНЫЕ УСТАНОВКИ ШАХТ

Водопритоки подземных вод в шахте [4, с. 114]. Типы водоотливных установок и предъявляемые к ним требования ПБ и ПТЭ [4, с. 114–115, 157–158]. Устройство водоотливной установки, водосборники, требования к ним ПБ и ПТЭ [4, с. 116–119, 158–161].

Центробежные насосы [2, с. 142–152]. Классификация [2, с. 164–176]. Осевая и радиальная силы и способы их компенсации [2, с. 152–163]. Высота всасывания и явление кавитации [2,

с. 82–95]. Регулирование работы насосов [2, с. 110–116]. Способы заливки насосов [2, с. 110–116].

Эрлифты и гидроэлеваторы, особенности их конструкций и области применения [2, с. 137–148].

Устройство трубопровода и определение оптимального диаметра труб [2, с. 203–209]. Очистка трубопровода от отложений. Защита оборудования при кислотной воде [4, с. 158].

Требования к электроприводу и особенности автоматизации водоотливных установок [2, с. 259–263]. Проектирование и эксплуатация водоотливных установок [2, с. 235–237]. Технико-экономические показатели работы водоотливной установки.

## **2.1. Методические указания**

Изучая методику проектирования водоотливных установок, особое внимание обратить на §502 ПБ, где говорится о необходимой подаче насоса или группы рабочих насосов, которая с 1995 г. считается по максимальному притоку [15, с. 79]. В учебной литературе [4–8], изданной ранее, приводятся устаревшие данные. Методику расчета шахтных водоотливных установок, а также необходимые для этого справочные данные можно найти в новых изданиях [9].

Дополнительная литература [5, с. 7–12, 92–146; 5, с. 114–169; 6, с. 79–130; 16].

## **2.2. Вопросы для самопроверки**

1. Какими параметрами определяется режим работы водоотливных установок, и какие у них размерности?
2. Назовите типы водоотливных установок по назначению.
3. В чем заключается особенность работы водоотливных установок?
4. Назовите основные требования ПБ к устройству насосных камер главного водоотлива?
5. Назовите основные конструктивные особенности насосов типа ЦНС.
6. Как проводятся испытания насосных установок?
7. Какой привод применяется для водоотливных установок?

8. Из какого условия определяется допустимая высота всасывания центробежного насоса?

9. Перечислите и изобразите основные схемы заливки центробежных насосов.

10. Какие приборы применяются для контроля за работой водоотливных установок?

11. Чем характеризуется кавитационный режим работы насосной установки?

13. Способы регулирования режима работы насосной установки.

14. Принцип работы гидроэлеватора, область его применения.

### **3. ВЕНТИЛЯТОРНЫЕ УСТАНОВКИ ШАХТ**

Назначение, классификация вентиляторных установок и требования ПБ, предъявляемые к ним [2, с. 293–296, 15, с. 16–27].

Конструкция осевых и центробежных вентиляторов [2, с. 299–296, 309–314]. Типаж осевых и центробежных вентиляторов [2, с. 297–298, 306–309]. Устройства для регулирования напорных характеристик центробежных и осевых вентиляторов [4, с. 68–71]. Области промышленного использования вентиляторов [4, с. 71–73]. Зоны устойчивости и экономичности работы [4, с. 73–75]. Способы реверсирования воздушной струи осевых и центробежных вентиляторов [2, с. 318–319]. Возможные схемы включения нескольких вентиляторов на общую вентиляционную сеть шахты [5, с. 56–62]. Особенности аэродинамических и конструктивных схем вентиляторов местного проветривания, типаж и их параметры [2, с. 323–335].

Электропривод вентиляторов, аппаратура автоматизации вентиляторных установок [2, с. 347–352].

Испытания вентиляторов в производственных условиях [2, с. 335–358]. Эксплуатационный расчет вентиляторной установки главного проветривания [2, с. 337–342].

Технико-экономические показатели работы вентиляторных установок.

Дополнительная литература: [4, с. 31–91; 5, с. 64–113; 6, с. 7–78; 10].

### **3.1. Методические указания**

При изучении раздела «Вентиляторные установки шахт» необходимо руководствоваться требованиями ПБ, предъявляемыми к системам проветривания шахт [15, с. 20–27].

Изучение типажа конструкций и аэродинамических схем вентиляторов должно проводиться в тесной связи с основами теории работы турбоустановок. Кроме того, студент должен хорошо ознакомиться с применяемыми типами вентиляторов (главных, вспомогательных и местного проветривания), находящихся в эксплуатации на шахте.

### **3.2. Вопросы для самопроверки**

1. Какие параметры режима работы характерны для вентиляторных установок?
2. Дайте сравнительную оценку индивидуальных напорных характеристик центробежных и осевых вентиляторов.
3. Назовите основные типы вентиляторов.
4. Определите область применения осевых и центробежных вентиляторов.
5. Как провести испытания вентиляторов в процессе эксплуатации?
6. Какой привод применяется на вентиляторных установках?
7. Основные пути совершенствования вентиляторных установок.
8. Как определить рабочие режимы вентиляторной установки при различных способах регулирования?
9. Какие основные эксплуатационные требования предъявляются ПБ к вентиляторным установкам?

## **3. ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ**

### **Основы теории поршневых компрессоров**

Назначение пневматических установок [2, с. 365–369]. Преимущества и недостатки пневмоэнергии. Классификация ком-



прессоров [2, с. 360–372]. Основные параметры, характеризующие работу компрессоров [2, с. 372–376].

Конструктивные исполнения поршневых компрессоров [2, с. 391–394]. Теоретические процессы в одноступенчатом поршневом компрессоре [2, с. 394–400]. Влияние вредного пространства, сопротивлений при всасывании и выталкивании воздуха, неплотностей и влажности воздуха на действительный рабочий процесс компрессора [2, с. 401–405].

Причины, вызывающие необходимость многоступенчатого сжатия воздуха в компрессорных установках [2, с. 409–421].

Расчетное определение производительности компрессора по размерам цилиндра и частоте вращения вала [5, с. 157]. Определение мощности на валу компрессора [5, с. 157–160]. Регулирование производительности поршневых компрессоров [2, с. 428–437]. Охлаждение, смазка и регулирование компрессоров [2, с. 450–457].

Вопросы этой темы изложены также в книгах [5, с. 147–159; 6, с. 133–135].

### **Винтовые и турбокомпрессоры**

Винтовые, центробежные, пластинчатые и жидкостно-кольцевые компрессоры, принцип действия [2, с. 457–470, 476–482]. Особенности рабочих процессов турбокомпрессоров и характеристики [2, с. 470–475]

Вопросы этой темы изложены в дополнительной литературе [5, с. 160–190; 195–201; 6, с. 138–154, 162–166].

### **Оборудование компрессорных станций**

Основное оборудование компрессорных станций [2, с. 483–489]. Выбор типа компрессоров и резерва производительности компрессорных станций. Фильтры для очистки всасываемого воздуха, воздухохранилища и их емкость, устройства для охлаждения воды [2, с. 489–500].

Типы привода компрессоров [4, с. 218]. Контрольно-измерительная аппаратура и устройства защиты [5, с. 182–192].

Устройство, монтаж и методы расчета воздухопроводных сетей [4, с. 221–222].

Вопросы этой темы изложены также в источниках [5, с. 156–159, 190–212; 6, с. 135–137, 154–162].

### 4.1. Методические указания

Теоретический процесс в компрессоре базируется на термодинамических процессах сжатия газа. При этом важно понять причины, препятствующие получению необходимого давления воздуха при одноступенчатом сжатии.

На основе анализа причин снижения действительной производительности по сравнению с теоретической сформулируйте мероприятия по повышению производительности поршневого компрессора.

При изучении компрессоров обратите внимание на особенности их конструктивных решений, преимущества и недостатки различных типов в сравнении друг с другом.

Изучая охлаждение компрессоров, обратите внимание на конструкции промежуточных холодильников, водяных рубашек цилиндров, требования к охлаждающей воде.

При изучении схем смазки необходимо уяснить назначение смазочных масел, способ подачи масел на холодные и горячие пункты смазки, типы смазочных масел.

Надежная работа систем регулирования производительности компрессоров обеспечивает не только их безопасную работу, но и влияет на энергетические показатели, поэтому следует проанализировать влияние различных способов регулирования на удельный расход электроэнергии, выявить наиболее экономичный способ.

Дополнительная литература: [5, с. 147–159, 160–190, 195–201; 8, с. 133–135, 138–154, 162–166].

### 4.2. Вопросы для самопроверки

1. Назовите достоинства и недостатки пневмоустановок.
2. Какие допущения принимаются при определении теоретического процесса поршневого компрессора?
3. Дайте определение изотермического, адиабатного и политропного процессов сжатия воздуха.
4. Какое влияние оказывают вредное пространство, сопротивление клапанов, неплотность в цилиндре и влажность воздуха на производительность и КПД компрессора?
5. Дайте определение коэффициента подачи компрессора.

6. Какие причины вызывают необходимость многоступенчатого сжатия?

7. Запишите формулы расчетной производительности компрессора.

8. За счет чего происходит сжатие воздуха в центробежном компрессоре?

9. Какие смазочные масла применяют для смазки горячих и холодных пунктов, чем обеспечивается подача масла к пунктам смазки?

10. Перечислите требования к смазочным маслам.

11. Перечислите способы регулирования компрессоров.

12. Сформулируйте достоинства и недостатки различных способов регулирования производительности компрессоров.

13. Устройство воздушных фильтров для очистки всасываемого воздуха.

14. Сформулируйте назначение воздухоотделителей.

15. Назовите преимущества и недостатки устройств для охлаждения воды.

## 5. ПОДЪЕМНЫЕ УСТАНОВКИ

Назначение и классификация подъемных установок и их эксплуатационные особенности [1, с. 8–16, 21–31]. Основные схемы, элементы и параметры подъемных установок [1, с. 16–21].

Типы подъемных сосудов, области их применения и определение оптимальной грузоподъемности [1, с. 35–73].

Канаты, их классификация [1, с. 75–81]. Напряжения в канатах, методы расчета [1, с. 81–90]. Требования ПБ и ПТЭ к канатам перед навеской и в период эксплуатации [15, с. 57–61]. Прицепные устройства подъемных канатов [1, с. 93–99]. Шахтные парашюты [1, с. 99–105].

Органы навивки с постоянным и переменным радиусом, их область применения [1, с. 107–124, с. 219–225]. Выбор подъемной машины по навивочной поверхности и прочности [1, с. 374–383]. Направляющие шкивы и их выбор [1, с. 141–144].

Определение места расположения подъемной машины относительно ствола [1, с. 383–391].

Кинематика подъемной установки [1, с. 149–153, с. 161–168]. Методы расчета кинематических диаграмм [1, с. 153–160].

Определение мощности и выбор двигателя по тепловому режиму [1, с. 306–315]. Расход энергии и КПД подъемной установки [1, с. 315–323]. Тормозные устройства подъемных машин, их конструкции и требования ПБ и ПТЭ к ним [1, с. 129–141, с. 413–415, 15, с. 45, 50–53]. Электропривод и управление подъемным двигателем [1, с. 287–305]. Особенности автоматизации подъемных установок [1, с. 287].

### 5.1. Методические указания

Все вопросы, касающиеся назначения, классификации и механического оборудования подъемных установок, в достаточной степени изложены в учебниках [4, 5]. Особое внимание следует уделить внимательному изучению ПБ. Современный типаж подъемных установок приведен в каталоге [13]. В настоящее время для скиповых и клетевых подъемов принята семипериодная диаграмма скорости, элементы которой строго определены [17, п. 6.64]. Здесь же даны все необходимые справочные материалы. В учебных пособиях [12, 19] изложены примеры расчетов подъемных установок различных типов.

### 5.2. Вопросы для самопроверки

1. Приведите классификацию подъемных установок.
2. Назовите область применения подъемных сосудов различных типов.
3. Выбор подъемных сосудов.
4. Назовите величины коэффициенты запасов прочности при расчете канатов.
5. Изложите принципы расчета канатов на прочность.
6. Особенности расчета канатов для глубоких шахт.
7. Нормы браковки канатов в соответствии с требованиями ПБ.
8. Приведите классификацию органов навивки канатов.
9. Конструкции цилиндрических барабанов подъемных машин.
10. Устройство подъемной машины со шкивом трения.

11. Расположение подъемной машины у ствола шахты.
12. Углы девиации, их расчет, требования ПБ.
13. Расчет канатоемкости барабана.
14. Требования ПБ к тормозным устройствам.
15. Множитель скорости и пределы его изменения.
16. Значения ускорений при расчете диаграмм скорости.
17. Парашютные устройства для клетей.
18. Как определяется мощность электродвигателя подъема?

### **КОНТРОЛЬНАЯ (КУРСОВАЯ ИЛИ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ) РАБОТА**

Контрольная работа (курсовая, РГР) включает расчеты водоотливной, вентиляторной и подъемной установок шахты.

Перед выполнением контрольной работы (курсовой, РГР) необходимо проработать теоретические основы общей теории шахтных турбоустановок, требования ПБ и ПТЭ, ознакомиться с типажом выпускаемого оборудования по водоотливным, вентиляторным и подъемным установкам, т. к. принимаемое оборудование должно быть серийно выпускаемым, входящим в новые типовые ряды и отраслевые каталоги.

Контрольная работа (курсовая, РГР) достаточно объемная и разноплановая, выполнение её может вызвать определенные затруднения. Не рекомендуется откладывать выполнение работы на последние недели семестра. За консультацией по наиболее трудным вопросам следует обращаться к преподавателю

#### **6.1. Задание к контрольной (курсовой, расчетно-графической) работе, к разделу дипломного проекта или практическому занятию**

1. Исходные данные для расчета водоотливной установки:

$H_{ш}$  – глубина рабочего горизонта шахты, м;

$Q_{н}$ ,  $Q_{max}$  – нормальный и максимальный притоки воды, м<sup>3</sup>/ч;

$t_{д.м.}$  – время максимального притока, дни.

2. Исходные данные для расчета вентиляторной установки:

$Q_{в}$  – необходимая производительность вентилятора, м<sup>3</sup>/с;

$h_{min}$ ,  $h_{max}$  – минимальная и максимальная депрессия (компрессия) вентилятора соответственно в начальный и конечный периоды эксплуатации установки, даПа;

$T$  – срок службы вентиляторной установки, год.

3. Исходные данные для расчета скиповой подъемной установки:

$H_{\text{ш}}$  – глубина горизонта, м;

$A_{\text{г}}$  – годовая производительность шахты, млн. т.

Варианты исходных данных приведены в табл. 2.

### **6.2. Определение индивидуальных вариантов заданий контрольной (курсовой, расчетно-графической) работы, к разделу дипломного проекта или практическому занятию**

Для определения индивидуальных данных контрольной работы студенту необходимо знать свой номер в списке учебной группы и номер зачетной книжки. Процедура определения следующая. По своему номеру в списке студент находит в таблице равный ему порядковый номер строки (столбец «1» табл. 2, если номер в списке больше 25, то от него следует отнять 25). По номеру строки определяется соответствующее ему значение глубины горизонта  $H_{\text{ш}}$  (столбец «2» табл. 2). Затем последовательно определяются исходные данные из столбцов «3», «4», «5» и «6», для чего нужно найти номера соответствующих строк из столбца «1», прибавляя каждый раз к номеру строки последнюю цифру номера своей зачетной книжки. Если же полученные цифры больше 25, каждый раз от них нужно отнимать 25.

*Например:* порядковый номер в списке группы «18», а номер зачетной книжки оканчивается цифрой «9». Тогда номер строки «18» (столбец «1»), чему соответствует значение  $H_{\text{ш}} = 440$  м (столбец «2»). Далее:  $18 + 9 = 27$ , число больше 25, значит  $27 - 25 = 2$ . «2» – это номер строки в столбце «3». Следовательно, нормальный приток  $Q_{\text{н}} = 120$  м<sup>3</sup>/ч и максимальный приток  $Q_{\text{max}} = 180$  м<sup>3</sup>/ч. Номер строки столбца «4» равен  $2 + 9 = 11$ ,

Таблица 2

## Варианты исходных данных для контрольной (курсовой, расчетно-графической) работы

№	Глубина горизонта $H_{ш}$ , м	Приток воды, м <sup>3</sup> /ч		Время максимального притока $t_{д.м.}$ , дн.	Требуемая производительность вентилятора $Q_{в}$ , м <sup>3</sup> /с	Депрессия, даПа		Годовая производительность $A_{г}$ , млн. т
		нормальный $Q_{н}$	максимальный $Q_{max}$			минимальная $h_{min}$	максимальная $h_{max}$	
1	2	3		4	5		6	
1	100	90	150	35	130	120	200	0,8
2	120	120	180	35	40	150	250	0,9
3	140	150	210	35	50	160	250	1,0
4	160	180	240	35	60	160	260	1,1
5	180	210	270	35	60	170	260	1,2
6	200	240	300	40	70	170	270	1,3
7	220	270	330	40	70	180	270	1,4
8	240	300	390	40	80	180	280	1,5
9	260	330	420	40	80	150	250	1,6
10	280	360	450	40	90	150	250	1,7
11	300	390	480	45	90	140	240	1,8
12	320	420	510	45	100	130	240	1,9
13	340	450	540	45	110	150	250	2,0
14	360	480	570	45	120	160	250	0,8
15	380	510	600	45	130	170	250	0,9
16	400	540	660	50	140	150	250	1,0
17	420	570	690	50	150	150	200	1,1
18	440	600	720	50	160	140	210	1,2
19	460	630	750	50	180	160	250	1,3
20	480	660	780	50	200	150	240	1,4
21	500	690	810	52	220	170	240	1,5
22	520	720	820	52	240	180	250	1,6
23	540	750	850	52	260	160	260	1,7
24	560	780	880	52	300	150	230	1,8
25	580	810	910	52	320	140	240	1,9

т. е. время максимального притока  $t_{д.м} = 45$  дней. Номер строки столбца «5» –  $11 + 9 = 20$ , значит исходные данные для расчета вентилятора:

- требуемая производительность  $Q_B = 200 \text{ м}^3/\text{ч}$ ;
- минимальная депрессия  $h_{\min} = 150 \text{ даПа}$ ;
- максимальная депрессия  $h_{\max} = 240 \text{ даПа}$ .

Определение номера строки столбца «6» производится аналогично:  $20 + 9 = 29$ ;  $29 - 25 = 4$ , следовательно, годовая производительность  $A_{Г} = 1,1 \text{ млн. т}$

### **6.3. Рекомендации по выполнению расчетной части контрольной (курсовой, расчетно-графической) работы, раздела дипломного проекта**

#### **6.3.1. Расчет водоотливной установки**

При выполнении расчета водоотливной установки необходимо:

- выбрать тип насоса и определить необходимое количество рабочих колес;
- рассчитать и выбрать по ГОСТам [9, с. 172, 18] трубы для всасывающего и напорного трубопроводов;
- составить схему трубопровода с расстановкой трубопроводной арматуры и фасонных соединений;
- определить потери напора в трубопроводах;
- построить характеристики насоса и трубопровода и определить фактический режим работы насоса;
- по фактическому режиму работы определить допустимую высоту всасывания;
- рассчитать мощность и принять электродвигатель;
- определить время работы насосов по откачке нормального и максимального притоков воды и окончательно принять число насосных агрегатов;
- рассчитать емкость водосборника;
- определить технико-экономические показатели.

При расчете водоотливной установки можно пользоваться методикой, изложенной в учебном пособии [9]. Здесь же приведены все необходимые для расчета справочные данные. Подобная методика приведена в книге [8]. Однако при пользовании



этой литературой необходимо откорректировать формулу для определения расчетной подачи насоса  $Q_p$ , которая после принятия ПБ в 1995 г. имеет вид:

$$Q_p = \frac{24Q_{\max}}{20}, \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Следует также иметь в виду, что в учебном пособии [9] характеристики насосов ЦНС приведены на одно колесо, поэтому, для получения действительной характеристики выбранного насоса, нужно напор на одно колесо умножить на число колес, определенное расчетом. Рабочая производительность насоса должна быть не менее расчетной.

При выборе двигателя не следует забывать, что валы насоса и двигателя соединяются непосредственно соединительной муфтой, поэтому частота вращения вала выбираемого двигателя должна быть равна частоте вращения вала насоса.

Согласно ПБ число насосов при притоке воды более  $50 \text{ м}^3/\text{ч}$  должно не менее трех (рабочий, резервный и ремонтируемый). Если по максимальному притоку воды невозможно подобрать насос нужной производительности, то следует предусмотреть параллельную работу насосов. При этом число насосов, находящихся в резерве и ремонте, на единицу больше количества одновременно находящихся в работе. Если число работающих насосов 9 и больше, то число насосов, находящихся в резерве и ремонте, принимается равным числу работающих.

Если развиваемый насосом напор не обеспечивает откачку воды непосредственно на поверхность, то принимается последовательное соединение насосов.

### 6.3.2. Расчет вентиляторной установки

Проектирование вентиляторных установок приведено в источнике [5, с. 83–88].

Выбор типа вентилятора необходимо производить по исходным данным своего варианта, т. е. по требуемой производительности  $Q_B$ , минимальной  $h_{\min}$  и максимальной  $h_{\max}$  депрессиям с использованием графиков рабочих зон.

Назначение, аэродинамические характеристики и выбор шахтных вентиляторов приводятся в справочном пособии [10].

В целом последовательность расчета по проектированию вентиляторной установки нужно выдерживать по рекомендованной методике, приведенной в литературе [5, с. 88–91].

В процессе выполнения проектных расчетов должны быть решены следующие вопросы:

- выбрать наиболее рациональный тип вентилятора, при необходимости обосновать технико-экономическим сравнением вариантов;

- установить действительные режимы работы выбранного типа вентилятора по графическому построению характеристик вентилятора и вентиляционной сети при минимальной и максимальной депрессиях;

- принять наиболее приемлемый способ регулирования режима работы установки;

- определить резерв производительности вентилятора;

- выбрать способ реверсирования вентиляторной струи;

- рассчитать мощность на валу вентилятора при минимальной и максимальной депрессии;

- определить среднегодовой расход электроэнергии.

При определении действительных режимов работы (производительности, напоров, КПД и мощности), способа регулирования нужно пользоваться индивидуальными характеристиками выбранного типа вентилятора, выкопировку которых следует прилагать к расчетно-пояснительной записке. При этом характеристику вентилятора необходимо скопировать из справочной литературы, например [10], на этой же характеристике в том же масштабе нанести по расчетным данным характеристики вентиляционной сети, а также определить параметры режима работы вентилятора.

По предельному режиму работы вентилятора определяется резерв производительности вентиляторной установки, который должен быть не менее 1,2.

Электродвигатели следует принимать комплектные для принятого типа вентилятора, а путем расчета определить мощность и годовой расход электроэнергии.

### **6.3.3. Расчет подъемной установки**

При расчете подъемной установки следует использовать методику, изложенную в работе [19].

Алгоритм расчета двухскиповой подъемной установки представляется следующим.

1. Обоснование схемы и определение высоты подъема.
2. Определение часовой производительности подъемной установки.
3. Расчет и выбор грузоподъемности скипа.
4. Расчет максимальной скорости подъема из условий заданной производительности.
5. Расчет и выбор высоты копра.
6. Расчет и выбор подъемного каната.
7. Выбор типоразмера подъемной машины и ее расположения относительно ствола.
8. Выбор приводного двигателя.
9. Выбор редуктора.
10. Расчет диаграммы скорости.
11. Определение расхода электроэнергии.
12. Определение фактической годовой производительности.
13. Определение коэффициента резерва производительности.

### **6.4. Требования к оформлению контрольной (курсовой, РГР) работы и раздела дипломного проекта**

Текстовая часть контрольной (курсовой, РГР, раздела дипломного проекта) работы оформляется на одной стороне листа бумаги формата А4 (210×297 мм). Текст должен делиться на разделы, подразделы, пункты и нумероваться арабскими цифрами. Например, 1.5.3. – первый раздел, пятый подраздел, третий пункт.

Нумерация страниц выдерживается сквозная. Номер страницы проставляется арабскими цифрами в правом нижнем углу рамки. По тексту помещаются графические иллюстрации в виде схем, графиков, выполненных на миллиметровой, обычной бумаге или кальке. Все графические иллюстрации именуется рисун-

ками, пронумерованными арабскими цифрами в пределах того раздела, где они помещаются. Например, рис. 2.5 – пятый рисунок второго раздела. Каждый рисунок должен иметь подрисуночную подпись, а в тексте дается ссылка на рисунок, например (рис. 2.5).

Изложение материала должно быть ясным и точным, небрежность записей, грамматические ошибки, произвольные сокращения слов недопустимы.

Цифровой материал рекомендуется оформлять в виде таблиц. Над таблицей помещается ее наименование, а справа над наименованием – порядковый номер таблицы. Например, «Таблица 2.3» – третья таблица второго раздела. Написание расчетных формул и выполнение вычислений следует производить однотипно. Вначале формула записывается в виде символов и числовых коэффициентов (если таковые имеются), затем, через знак равенства, вместо символов проставляются числовые значения входящих величин в той же последовательности и через знак равенства приводятся числовой результат и размерность. Промежуточные вычисления, сокращения, повторные записи исключаются. Все входящие в формулу величины разъясняются после формулы. Если они встречаются далее, то вторичного разъяснения не требуется. Размерность параметров должна приводиться в Международной системе единиц (СИ).

Следует стремиться к тому, чтобы формула и результаты расчета записывались в одну строчку без переноса или (при сложных формулах) формула в общем виде – одной строчкой, а числовые значения и результат – другой строкой.

Нумерация формул производится так же по тексту, как изложено выше. Их номер проставляется справа от формулы в круглых скобках, например (3.5).

В список литературы должны включаться все источники, располагаемые в порядке их использования. При ссылке на источники в тексте необходимо приводить их порядковый номер по списку литературы, заключенный в квадратные скобки, например [7].

Каждый источник в списке литературы записывается в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1–2003 (ГОСТ 7.05–2008) на библиографическое описание произведений печати. За образец

можно принять список рекомендуемой литературы, приведенный в данных методических указаниях.

В конце работы должны быть подпись студента и дата выполнения работы.

## **Список рекомендуемой литературы**

### **1. Основная литература**

1. Гришко, А. П. Стационарные машины. : 2 т. Т. 1. Рудничные подъемные установки : учебник для вузов / А. П. Гришко. – Москва : Горная книга, 2008. – 461 с. – Режим доступа: [http://www.biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view&book\\_id=100048](http://www.biblioclub.ru/index.php?page=book_view&book_id=100048).

2. Гришко, А. П. Стационарные машины : 2 т. Т. 2. Рудничные водоотливные, вентиляторные и пневматические установки : учебник для вузов / А. П. Гришко. – Москва : Горная книга, 2007. – 582 с. – Режим доступа: <http://www.biblioclub.ru/index.php?page=book&id=100049>.

3. Шелоганов, В. И. Стационарные машины и установки : учеб. пособие / В. И. Шелоганов, А. П. Гришко. – Москва : Горная книга, 2007. – 320 с. – Режим доступа: <http://www.biblioclub.ru/index.php?page=book&id=83668>.

### **2. Вспомогательная литература**

4. Картавый, Н. Г. Стационарные машины : учебник для вузов / Н. Г. Картавый. – Москва : Недра, 1987. – 327 с.

5. Хаджиков, Р. Н. Горная механика : учебник для техникумов / Р. Н. Хаджиков, С. А. Бутаков. – 6-е изд., перераб. и доп. – Москва : Недра, 1982. – 407 с.

6. Стационарные установки шахт / под общ. ред. Б. Ф. Братченко. – Москва : Недра, 1977. – 443 с.

7. Гейер, В. Г. Шахтные вентиляторные и водоотливные установки / В. Г. Гейер, Г. М. Тимошенко. – Москва : Недра, 1987. – 269 с.

8. Хаджиков Р. Н. Сборник примеров и задач по горной механике / Р. Н. Хаджиков, С. А. Бутаков. – Москва : Недра, 1989. – 188 с.

9. Абрамов А.П. Стационарные машины. Расчет водоотливных установок горнодобывающих предприятий : учеб. пособие / А. П. Абрамов. – Кемерово, 2012. – 200 с.

10. Бизенков, В. Н. Стационарные машины. Расчет шахтных вентиляторных установок : учеб. пособие / В. Н. Бизенков. – Кемерово, 2005. – 68 с.

11. Вентиляторы главного и местного проветривания. Отраслевой каталог 20–90–05 / Минтяжмаш СССР. – Москва, 1990. – 63 с.

12. Песвианидзе, А. В. Расчет шахтных подъемных установок : учеб. пособие / А. В. Песвианидзе. – Москва : Недра, 1992. – 250 с.

13. Шахтные подъемные машины и лебедки. Отраслевой каталог. – Москва : ЦНИИТЭИТЯЖМАШ, 1989. – 129 с.

14. Каталог насосов. ОАО «Ясногорский завод». – Тула : ООО «ОЛЛИ», 2000. – 68 с.

### **3. Нормативная литература**

15. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности в угольных шахтах» / В. Л. Беляк [и др.]. – Москва : Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности, 2014. – 200 с.

16. Правила технической эксплуатации угольных и сланцевых шахт. – Москва : Недра, 1976. – 303 с.

17. Временные нормы технологического проектирования угольных и сланцевых шахт (ВНТП 1-92). – Москва, 1993. – 111 с.

18. ГОСТ 8732–78. Трубы стальные бесшовные горячедеформированные. Сортамент. – Москва : Стандартинформ, 2007. – 10 с.

### **4. Методические указания**

19. Щербаков, Ю. С. Расчет и выбор подъемной установки [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю. С. Щербаков, Д. М. Кобылянский. – Кемерово, 2013. – 128 с. – Режим доступа : <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=91096&type=utchposob:common>.

Составители  
Юрий Спиридонович Щербаков  
Наталья Валерьевна Ерофеева

### СТАЦИОНАРНЫЕ УСТАНОВКИ (МАШИНЫ)

Программа, методические указания по выполнению практических занятий, самостоятельной работы и раздела дипломного проекта для студентов направления подготовки специалистов 21.05.04 «Горное дело» специализаций 21.05.04.01 «Подземная разработка пластовых месторождений», 21.05.04.09 «Горные машины и оборудование», 21.05.04.12 «Технологическая безопасность и горноспасательное дело», 21.05.04.10 «Электрификация и автоматизация горного производства» и бакалавров 20.03.01 «Техносферная безопасность» профиля 20.03.01.01 «Безопасность технологических процессов и производств» всех форм обучения

Рецензент В. М. Юрченко

Печатается в авторской редакции

Подписано в печать 07.12.2015. Формат 60×84/16.

Бумага офсетная. Отпечатано на ризографе. Уч. изд. л. 1,1.

Тираж 24 экз. Заказ

КузГТУ. 650000, Кемерово, ул. Весенняя, 28.

Издательский центр КузГТУ. 650000, Кемерово, ул. Д. Бедного, 4а.