

НЕФТЕЮГАНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ КОЛЛЕДЖ  
(филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования «Югорский государственный университет»

**Методические указания и задания к контрольной работе**  
для обучающихся заочной формы обучения

**ОП.07. Технологическое оборудование**

специальность

15.02.01 Монтаж и техническая эксплуатация промышленного оборудования  
(по отраслям)

Нефтеюганск  
2017

Рассмотрены  
предметной (цикловой)  
комиссией  
Протокол № 2 от 19.10.2014г  
Председатель П(Ц)К Шам Шарипова И.А.

Утверждены  
заседанием методсовета  
Протокол № 2 от 16.11.14  
Председатель методсовета  
Н.И. Савватеева

Методические указания и задания к контрольной работе для обучающихся заочной формы обучения по ОП.07. Технологическое оборудование разработаны в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом среднего профессионального образования (далее по тексту – ФГОС СПО) по специальности 15.02.01 Монтаж и техническая эксплуатация промышленного оборудования (по отраслям).

Разработчик: Шарипова И.А. – преподаватель НИК (филиала) ФГБОУ ВО «ЮГУ»

## Содержание

	стр.
Пояснительная записка .....	4
1 Основные положения .....	4
1.1 Цели и задачи контрольной работы .....	4
1.2 Тематический план и содержание учебной дисциплины .....	6
1.3 Требования к выполнению и оформлению контрольной работы .....	21
1.4 Критерии оценки контрольной работы .....	22
2 Контрольная работа .....	23
2.1 Теоретическая часть контрольной работы .....	23
Перечень теоретических вопросов контрольной работы .....	23
2.2 Практическая часть контрольной работы .....	26
Задача № 1 .....	26
Задача № 2 .....	29
Задача № 3 .....	32
Задача № 4 .....	35
Список литературы .....	38
Приложения .....	40
<b>Приложение А</b> ГОСТ 16853-88 Канаты стальные талевые для эксплуатационного и глубокого разведочного бурения. Технические условия. ....	40
<b>Приложение Б</b> Выбор диаметра каната и шкивов в зависимости от оснастки .....	40
<b>Приложение В</b> Классификация центробежных насосов по коэффициенту быстроходности .....	40
<b>Приложение Г</b> Значение угла наклона лопатки на выходе рабочего колеса .....	41

## Пояснительная записка

Методические указания и задания к контрольной работе для студентов заочной формы обучения (далее – МУ) составлены в соответствии с рабочей программой учебной дисциплины ОП.07 Технологическое оборудование.

Содержание методических указаний соответствует требованиям ФГОС СПО по специальности 15.02.01 Монтаж и техническая эксплуатация промышленного оборудования (по отраслям).

### **Цель методических указаний:**

- реализация требований ФГОС СПО по специальности при заочной форме обучения по учебной дисциплине ОП.07 Технологическое оборудование;
- оказание помощи обучающимся-заочникам в организации их самостоятельной работы над изучением учебного материала.

### **Задачи методических указаний:**

- изложение рациональных методов самостоятельного изучения дисциплины ОП.07 Технологическое оборудование;
- методические рекомендации по выполнению контрольных работ.

## 1 Основные положения

### 1.1 Цели и задачи контрольной работы

#### **Цель контрольной работы:**

- привитие умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине;
- проверка и оценка знаний, умений обучающихся, получение информации о характере их познавательной деятельности, уровне самостоятельности и активности, об эффективности форм и методов учебной деятельности.

#### **Основными задачами контрольной работы являются:**

- систематизация и конкретизация теоретических знаний по соответствующей дисциплине;
- приобретение навыков использования алгоритмов ведения самостоятельной исследовательской работы, включая анализ необходимой информации;
- формирование у обучающихся системного мышления через определение целей и постановку задач работы и навыков ведения практической работы;
- развитие у обучающихся логического мышления и умения аргументировано излагать мысли при изложении практических примеров решения поставленной задачи, умения формулировать выводы.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен:

#### **уметь:**

- читать кинематические схемы;
- определять параметры работы оборудования и его технические возможности;

#### **знать:**

- назначение, область применения, устройство, принципы работы оборудования;
- технические характеристики и технологические возможности промышленного оборудования;
- нормы допустимых нагрузок оборудования в процессе эксплуатации.

Выполнение контрольной работы способствует формированию профессиональных (ПК) и общих компетенций (ОК) компетенций:

ОК.1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК.2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК.3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.

ОК.4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК.5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК.6. Работать в коллективе и в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.

ОК.7. Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), за результат выполнения заданий.

ПК 1.1. Руководить работами, связанными с применением грузоподъемных механизмов при монтаже и ремонте промышленного оборудования.

ПК 1.2. Проводить контроль работ по монтажу и ремонту промышленного оборудования с использованием контрольно-измерительных приборов.

ПК 1.3. Участвовать в пуско-наладочных работах и испытаниях промышленного оборудования после ремонта и монтажа.

ПК 1.4. Выбирать методы восстановления деталей и участвовать в процессе их изготовления.

ПК 1.5. Составлять документацию для проведения работ по монтажу и ремонту промышленного оборудования.

ПК 2.1. Выбирать эксплуатационно-смазочные материалы при обслуживании оборудования.

ПК 2.2. Выбирать методы регулировки и наладки промышленного оборудования в зависимости от внешних факторов.

ПК 2.3. Участвовать в работах по устранению недостатков, выявленных в процессе эксплуатации промышленного оборудования.

ПК 2.4. Составлять документацию для проведения работ по эксплуатации промышленного оборудования.

Данная дисциплина относится к циклу профессиональных дисциплин, ее изучение основывается на знаниях, полученных обучающимися по дисциплинам: «Инженерная графика», «Математика», «Физика», «Материаловедение», «Метрология, стандартизация и сертификация», «Электротехника», «Технология отрасли», «Безопасность жизнедеятельности».

Изучение дисциплины рассчитано на 432 часа, в том числе 60 часов отведено на выполнение практических работ и 144 часа на внеаудиторную самостоятельную работу.

Для заочной формы обучения предусмотрено проведение 60 часов аудиторных занятий, в том числе 20 часов отведено на выполнение практических работ, на самостоятельное изучение отводится 372 часов.

Учебным планом предусмотрено выполнение 1 контрольной работы.

Итоговой формой контроля является экзамен.

## 1.2. Тематический план и содержание учебной дисциплины

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала, практические занятия, самостоятельная работа обучающихся	Объем часов
Введение	Значение дисциплины в подготовке специалистов; ее цели, задачи, связь с другими изучаемыми дисциплинами. Добыча нефти и газа в стране и за рубежом. Этапы развития отечественного нефтяного оборудования. Основные направления совершенствования нефтяного оборудования в стране и за рубежом.	2
<b>РАЗДЕЛ 1. БУРОВЫЕ МАШИНЫ И КОМПЛЕКСЫ</b>		<b>280</b>
Тема 1.1. Общие сведения о буровых установках		<b>14</b>
	Функции, выполняемые буровой установкой при проводке нефтяных и газовых скважин. Требования, предъявляемые к буровым установкам. Классификация буровых установок по назначению, основным параметрам и типу привода.	2
	Этапы стандартизации отечественного бурового оборудования. ГОСТ на основные параметры буровых установок для эксплуатационного и глубокого разведочного бурения. Анализ изменения основных параметров и увеличения классов буровых установок по ГОСТ 18293-89.	2
	Комплект и компоновка буровых установок. Назначение основного и вспомогательного оборудования, основные параметры. Типы буровых установок ВЗБТ и УЗТМ в Зап. Сибири, их расшифровка и основные параметры.	2
	<b>Зачетное занятие по теме «Общие сведения о буровых установках и сооружениях»</b>	2
	<b>Самостоятельная работа № 1</b> Изучение ГОСТ 16293-89 "Установки буровые комплектные для эксплуатационного и глубокого разведочного бурения. Основные параметры". Подготовка к ПР № 1.	2
	<b>Самостоятельная работа № 2</b> Изучение кинематических схем и технических характеристик буровых установок для бурения на глубину до 4000 м.	4
Тема 1.2. Буровые вышки и сооружения		<b>30</b>
	Назначение и классификация буровых вышек и мачт, требования к ним. Основные параметры.	2
	Конструкции и технические характеристики вышек и мачт.	2
	Вертикальные нагрузки, действующие на вышку.	2
	Горизонтальные нагрузки: ветровая и горизонтальная составляющая от веса свечей, установленных за палец. Устойчивость вышек, закрепление оттяжками и их расчет.	2
	Назначение и типы привышечных сооружений, особенности их конструкций при кустовом бурении скважин. Эксплуатация буровых вышек и мачт. Техника безопасности при эксплуатации вышек и привышечных сооружений.	2

	<b>Зачетное занятие по теме «Буровые вышки и сооружения»</b>	2
	<b>Практическая работа № 1</b> Определение вертикальных нагрузок на буровую вышку. Выбор буровой установки.	4
	<b>Практическая работа № 2</b> Расчет оттяжек для закрепления буровой вышки.	2
	<b>Практическая работа № 3</b> Расчет ноги вышки на прочность.	4
	<b>Самостоятельная работа № 3</b> Составление сравнительной таблицы характеристик вышек башенного и мачтового типа.	2
	<b>Самостоятельная работа № 4</b> Повторение темы "Плоская система произвольно расположенных сил". Подготовка к ПР № 1,2,3.	2
	<b>Самостоятельная работа № 5</b> Подготовка к тестированию.	4
Тема 1.3. Талевая система		<b>22</b>
	Назначение и комплектность талевой системы, основной закон полиспаста. Требования к элементам талевой системы.	2
	Типы, конструкции, технические характеристики кронблоков, талевых блоков, буровых крюков и крюкоблоков, особенности конструкций кронблока и талевого блока, входящих в комплект механизмов АСП. Проверочные расчеты деталей и узлов элементов талевой системы.	2
	Талевые канаты: классификация, ГОСТ и технические данные. Определение длины каната для оснастки талевой системы. Определение натяжения в струнах талевой системы, ее КПД и нагрузок на оси кронблока и талевого блока. Выбор каната по разрывному усилию.	2
	Типы и схемы оснастки талевой системы. Закрепление ведущей и ведомой ветвей талевого каната. Определение наработки и система перепуска талевого каната. Рациональная отработка и пути снижения расхода каната. Эксплуатация талевой системы, техника безопасности при эксплуатации.	2
	<b>Зачетное занятие по теме «Талевая система»</b>	2
	<b>Практическая работа № 4</b> Выбор талевого каната по разрывному усилию. Определение нагрузки на ось кронблока талевой системы.	2
	<b>Практическая работа № 5</b> Выбор оборудования и оснастки талевой системы по максимальной нагрузке на крюке. Проверочный расчет талевого каната на прочность.	2
	<b>Самостоятельная работа № 6</b> Изучение ГОСТ 16853-88 " Канаты стальные талевые для эксплуатационного и глубокого разведочного бурения. Технические условия ". Подготовка к ПР № 4, 5.	2
	<b>Самостоятельная работа № 7</b> Критерии отбраковки стальных канатов. Составление конспекта.	2

	<b>Самостоятельная работа № 8</b> Подготовка к тестированию.	4
Тема 1.4. Буровые лебедки		<b>34</b>
	Назначение буровых лебедок и требования к ним. Типы, конструкции и технические характеристики лебедок.	2
	Кинематический расчет лебедки. Определение средних скоростей подъема крюка.	2
	Расчет грузоподъемности лебедки и порядка подъема свечей. Выбор типа лебедки, определение мощности привода.	2
	Тормозная система лебедки: конструкции и принцип работы ленточного тормоза, гидродинамический и электродинамический тормоза. Проверочные расчеты деталей буровой лебедки на прочность. Расчет усилия торможения барабана. Расчет ленты на прочность.	2
	Вспомогательные лебедки, назначение, конструкции. Эксплуатация буровых лебедок, техника безопасности при эксплуатации.	2
	<b>Зачетное занятие по теме «Буровые лебедки»</b>	2
	<b>Практическая работа № 6</b> Кинематический расчет буровой лебедки.	4
	<b>Практическая работа № 7</b> Определение средней скорости подъема бурового крюка и грузоподъемности буровой лебедки.	4
	<b>Практическая работа № 8</b> Определение усилия в рукоятке ленточного тормоза. Проверочный расчет тормозных лент.	2
	<b>Самостоятельная работа № 9</b> Повторение темы "Кинематические и силовые соотношения в передаточных механизмах". Подготовка к ПР № 6.	4
	<b>Самостоятельная работа №10</b> Расчетно-графическое оформление практической работы № 6.	2
	<b>Самостоятельная работа № 11</b> Повторение темы "Расчеты на срез". Подготовка к ПР № 8.	2
<b>Самостоятельная работа № 12</b> Подготовка к тестированию.	4	
Тема 1.5. Роторы		<b>16</b>
	Назначение роторов и предъявляемые к ним требования. Типы и технические характеристики роторов по ГОСТ. Конструкции роторов разных типов, их особенности. Конструкции элементов ротора: станины, стола ротора, подшипников стола и опор быстроходного вала; стопорение стола ротора.	2
	Расчет мощности привода ротора. Проверочные расчеты деталей и узлов ротора на прочность.	2
	Передача ротору вращающего момента. Индивидуальный привод ротора. Конструкция и работа клиновых захватов типа ПКР. Перспективы внедрения верхнего привода в буровых установках.	2

	<b>Практическая работа № 9</b> Кинематический расчет ротора.	2
	<b>Практическая работа № 10</b> Статические нагрузки на стол ротора.	2
	<b>Самостоятельная работа №13</b> Изучение ГОСТ 4938-78 " Роторы буровые и для ремонта нефтяных и газовых скважин. Основные параметры и размеры ". Подготовка к ПР № 10.	2
	<b>Самостоятельная работа № 14</b> Изучение технических характеристик роторов различных конструкций. Подготовка к ПР № 9, 10.	2
	<b>Самостоятельная работа № 15</b> Индивидуальный привод ротора. Составление конспекта	2
Тема 1.6. Вертлюги и буровые шланги		<b>12</b>
	Назначение вертлюгов и предъявляемые к ним требования. Типы, конструкции и технические характеристики вертлюгов. Основные детали вертлюга: корпус, ствол, штроп, опоры, уплотнительные устройства; анализ систем опор и уплотнений, применяемых в различных конструкциях вертлюгов.	2
	Проверочные расчеты деталей и узлов вертлюга.	2
	Типы, конструкции и технические данные буровых шлангов. Эксплуатация вертлюгов и шлангов, техника безопасности при эксплуатации.	2
	<b>Зачетное занятие по теме «Роторы» и «Вертлюги и шланги»</b>	2
	<b>Самостоятельная работа №16</b> Изучение конструкции быстросъемного уплотнения бурового вертлюга.	2
	<b>Самостоятельная работа №17</b> Подготовка к тестированию.	2
Тема 1.7. Буровые насосы		<b>30</b>
	Назначение буровых насосов и предъявляемые к ним требования. Типы, характеристики и основные параметры буровых насосов. Принцип работы поршневого насоса.	2
	Закон движения поршня, графики скорости и ускорения поршня. Подача поршневого насоса, графики подачи. Процессы всасывания и нагнетания поршневого насоса. Индикаторная диаграмма поршневого насоса.	2
	Конструкции двухцилиндровых насосов двойного действия и трехцилиндровых насосов одностороннего действия. Детали и узлы проводной и гидравлической частей буровых насосов, их конструктивные особенности. Пневмокомпенсаторы, их назначение, конструкция и принцип работы. Проверочные расчеты деталей насоса на прочность. Мощность привода бурового насоса.	2
	Элементы обвязки буровых насосов, их назначение и конструкция. Предохранительные клапаны буровых насосов, назначение, типы, конструкции, принцип действия и их расчет. Пуск, остановка и регулирование подачи буровых насосов. Эксплуатация буровых насосов, техника безопасности при эксплуатации.	2

	Центробежные насосы, их преимущества и недостатки; область применения в бурении. Конструкции и характеристики центробежных насосов, порядок пуска в работу.	2
	<b>Зачетное занятие по теме «Буровые насосы»</b>	2
	<b>Практическая работа № 11</b> Построение графика подачи двухцилиндрового насоса двухстороннего действия.	4
	<b>Практическая работа № 12</b> Определение коэффициента подачи и мощности привода насоса.	4
	<b>Самостоятельная работа № 18</b> Изучение ГОСТ 6031-81 " Насосы буровые. Основные параметры ". Подготовка к ПР № 12.	2
	<b>Самостоятельная работа № 19</b> Расчетно-графическое оформление практической работы № 11.	2
	<b>Самостоятельная работа № 20</b> Составление сравнительной таблицы конструкции насосов УНБ-600 и УНБ-950.	4
	<b>Самостоятельная работа № 21</b> Подготовка к тестированию.	2
Тема 1.8. Забойные двигатели		<b>23</b>
	Краткая история развития конструкции турбобура. Принцип действия турбобура. Понятие о вихревой теории турбин. Классификация турбин по степени циркулятивности.	2
	Рабочая характеристика турбины турбобура. Нагрузки, действующие на опоры турбобура; условия работы с разгруженными осевыми опорами. Зависимость параметров турбобура от расхода жидкости и плотности бурового раствора.	2
	Современные конструкции турбобуров: типы, конструкции, преимущества и недостатки, технические данные. Основные детали турбобура. Односекционные турбобуры: типы, конструкции, технические характеристики. Многосекционные турбобуры: шпindelные, турбобуры типа А и с гидроторможением, редукторные турбобуры типа ТРМ; особенности конструкций и технические данные.	2
	Укороченные турбобуры и шпindelные отклонители. Турбодолота. Назначение и конструкции агрегатов РТБ. Регулировка люфта односекционных и многосекционных турбобуров. Эксплуатация турбобуров на буровой.	2
	Преимущества, рабочие характеристики винтовых двигателей. Типы, конструкции и технические данные. Определение частоты вращения и вращающего момента на валу. Эксплуатация винтовых двигателей.	2
	Сравнительные характеристики электробуров и гидравлических забойных двигателей. Типы, конструкции и технические характеристики электробуров. Система токоподвода, условия работы кабеля. Эксплуатация электробуров на буровой.	2

	<b>Практическая работа № 13</b> Определение энергетических параметров турбобуров при разных режимах работы и построение их характеристик.	2
	<b>Практическая работа № 14</b> Расчет количества опор турбобура.	2
	<b>Самостоятельная работа № 22</b> Расчетно-графическое оформление практической работы № 13.	2
	<b>Самостоятельная работа № 23</b> Изучение ГОСТ 26673-90 " Турбобуры. Основные параметры и размеры ".Подготовка к ПР № 14.	2
	<b>Самостоятельная работа № 24</b> Составление сравнительной таблицы характеристик электробуров и гидравлических забойных двигателей.	3
Тема 1.9. Инструмент и механизмы для спуско-подъемных операций		<b>12</b>
	Общие требования, предъявляемые к инструменту для спуско-подъемных операций. Инструмент для захвата и подвешивания бурильной колонны: элеваторы, штропы, клинья; типы, конструкции и технические данные. Машинные ключи для бурильных и обсадных труб; назначение, конструкции и технические данные. Пневмораскрепители свечей.	2
	Ключи типа ПБК, АКБ, КБГ; назначение, конструкции и технические данные, управление ключами.	2
	Комплекс механизмов АСП; назначение, преимущества, комплектность, технологическая схема СПО. Эксплуатация инструментов и механизмов для СПО.	2
	<b>Зачетное занятие по теме «Инструмент и механизмы для проведения СПО»</b>	2
	<b>Самостоятельная работа № 25</b> Составление конспекта по теме "Оборудование для механизации на буровых установках вспомогательных работ ".	2
	<b>Самостоятельная работа № 26</b> Технологическая схема СПО с комплексом механизмов АСП.	2
Тема 1.10. Системы верхнего привода		<b>6</b>
	Системы верхнего привода. Назначение и их преимущества. Технические характеристики. Подвижная часть и навесное оборудование. Инструменты и принадлежности для работы с бурильной колонной. Конструктивные схемы компоновки.	2
	Функции, выполняемые верхним приводом. Технологические процессы работы верхнего привода: процесс бурения, процесс наращивания бурильной колонны свечой и однотрубкой, подъем и спуск бурильной колонны, процесс ликвидации аварий.	2
	<b>Самостоятельная работа № 27</b> Составление таблицы " Варианты конструкций систем верхнего привода и выполняемые функции "	2
Тема 1.11. Системы управления механизмами буровых установок		<b>24</b>
	Виды систем управления буровыми установками, требования к ним, характеристики. Обозначение элементов систем управления на схемах.	2

	Основные агрегаты и узлы пневматической системы управления, их назначение. Система воздухообеспечения: компрессорные станции, установки осушки воздуха, обратные клапаны, воздухоотделители, воздухопроводы и т.п. Исполнительные механизмы: пневматические муфты, пневмоцилиндры и т.п.	2
	Управляющие пневматические устройства: двухклапанные и четырехклапанные краны, кран машиниста, золотниковые краны, электропневматические вентили, регуляторы давления, электропневматические распределители, их конструкции и принцип действия.	2
	Управление компрессорными станциями, пневматическое управление силовыми агрегатами, лебедкой, ротором, КПП, насосами. Конструкция и принцип работы ограничителя подъема талевого блока. Общие схемы управления механизмами буровых установок.	2
	<b>Зачетное занятие по теме «Системы управления буровых установок»</b>	2
	<b>Практическая работа № 15</b> Определение объема воздухоотделителя.	4
	<b>Практическая работа № 16</b> Определение крутящего момента, передаваемого шинно-пневматической муфтой.	2
	<b>Самостоятельная работа № 28</b> Составление сравнительной таблицы "Системы управления буровыми установками".	2
	<b>Самостоятельная работа № 29</b> Изучение ГОСТ 2.781-96 "ЕСКД. Обозначения условные графические. Аппараты гидравлические и пневматические, устройства управления и приборы контрольно-измерительные".	2
	<b>Самостоятельная работа № 30</b> Изучение пневматического управления силовыми агрегатами, буровой лебедкой, ротором, КПП, буровыми насосами. Составление схем.	2
	<b>Самостоятельная работа № 31</b> Подготовка к тестированию.	2
Тема 1.12. Противовыбросовое оборудование		<b>9</b>
	Герметизация устья скважины в процессе бурения, требования к противовыбросовому оборудованию. Назначение и комплект противовыбросового оборудования. Типы, конструкции и технические характеристики плашечных, универсальных и вращающихся превенторов различных конструкций. Особенности конструкций зарубежных превенторов.	2
	Типовые схемы обвязки противовыбросового оборудования. Манifoldные линии; назначение и конструкции элементов manifoldа. Противовыбросовое оборудование в коррозионно-стойком исполнении.	2
	Виды управления превенторной установкой: механическое, гидравлическое, электрическое. Схема гидравлического управления превенторной установкой и ее элементы. Эксплуатация превенторных установок.	2

	<b>Самостоятельная работа № 32</b> Изучение ГОСТ 13862-90 " Оборудование противовыбросовое. Типовые схемы, основные параметры и технические требования к конструкции ". Составление схем.	2
	<b>Самостоятельная работа № 33</b> Составление схемы гидравлического управления превенторами.	1
Тема 1.13. Трансмиссии буровых установок		<b>7</b>
	Типы трансмиссий буровых установок. Механические передачи, применяемые в буровых установках: цепные, зубчатые, клиноременные, карданные. Их конструкции, преимущества и недостатки.	2
	Гидродинамические передачи: турбомуфты, турботрансформаторы; принцип работы, достоинства и недостатки. Жидкости для гидросистем. Редукторы и коробки скоростей буровых установок.	2
	<b>Самостоятельная работа № 34</b> Составление сравнительной таблицы механических передач, применяемых в буровых установках.	2
	<b>Самостоятельная работа № 35</b> Чтение кинематических схем буровых установок с выделением передач на отдельные механизмы.	1
Тема 1.14. Силовые приводы буровых установок		<b>12</b>
	Классификация силовых приводов и требования, предъявляемые к ним. Гибкость характеристики силового привода. Определение мощности привода буровой установки.	2
	Преимущества и недостатки дизельного, дизель-гидравлического, электрического, дизель-электрического и газотурбинного приводов. Групповые и индивидуальные приводы буровых установок.	2
	<b>Зачетное занятие по темам «Трансмиссии буровых установок» и «Силовые приводы буровых установок»</b>	2
	<b>Практическая работа № 17</b> Определение размеров цилиндра гидропривода.	2
	<b>Самостоятельная работа № 36</b> Составление сравнительной таблицы " Преимущества и недостатки дизельного, дизельгидравлического, электрического, дизельэлектрического и газотурбинного приводов ".	2
	<b>Самостоятельная работа № 37</b> Подготовка к тестированию.	2
Тема 1.15. Оборудование для приготовления и очистки буровых растворов		<b>9</b>
	Назначение, конструкции, принцип действия и технические характеристики механических устройств, гидромониторных смесителей, гидравлических мешалок, блока приготовления раствора; дозирующие устройства.	2

	Оборудование для очистки буровых растворов: желобная система, вибросита, гидроциклоны и илоотделители, устройства эжекторного типа, дегазаторы; конструкции, технические характеристики и принцип работы. Оборудование для безотходной очистки бурового раствора.	2
	<b>Зачетное занятие по теме «Оборудование для приготовления и очистки буровых растворов»</b>	2
	<b>Самостоятельная работа № 38</b> Составление конспекта " Система шламаудаления: устройство, работа и основные технические характеристики " .	3
Тема 1.16. Оборудование для цементирования скважин		<b>6</b>
	Назначение и типы цементировочных агрегатов и цементосмесительных машин; их конструкции, технические характеристики, кинематические схемы.	2
	Оборудование устья скважин при цементировании. Блок манифольда и обвязка агрегатов, требования к манифольдам.	2
	<b>Самостоятельная работа №39</b> Составление кинематических схем цементировочного агрегата ЦА-320М и цементосмесительной машины 2СМН-20.	2
Тема 1.17. Буровые установки для глубокого и структурно-поискового бурения		<b>12</b>
	Комплектность и схемы расположения оборудования, технические характеристики и кинематические схемы буровых установок различных типов по ГОСТ 18293-89. Буровые установки универсальной монтажеспособности и для кустового бурения. Буровые установки с электроприводом на постоянном токе при использовании теристорных преобразователей. Типы буровых установок, выпускаемых ВЗБТ и УЗТМ.	2
	Буровые установки для структурно-поискового бурения. Типы, комплектность и схема расположения оборудования буровых установок, технические характеристики и кинематика. Управление буровыми установками.	2
	Система подачи топлива, воды и энергии на буровую.	2
	<b>Практическая работа № 18</b> Изучение кинематических схем и технических характеристик буровых установок для структурно-поискового бурения.	2
	<b>Самостоятельная работа № 40</b> Буровые установки универсальной монтажеспособности и для кустового бурения. Составление схем.	1

	<b>Самостоятельная работа № 41</b> Составление сравнительной таблицы конструкций основных механизмов буровых установок для структурно-поискового и глубокого эксплуатационного бурения.	3
Тема 1.18. Охрана природы при эксплуатации бурового оборудования		2
	Постановления правительства по охране окружающей среды, нормативные документы. Источники загрязнения окружающей среды при бурении скважин. Природоохранные мероприятия при эксплуатации бурового оборудования и привышечных сооружений: сохранение плодородного слоя; сооружение отстойно-поглотительных котлованов; наличие замкнутой системы водоснабжения; сбор нефтепродуктов и горюче-смазочных материалов; рекультивация отработанных земель и передача их землепользователю.	2
<b>РАЗДЕЛ 2. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ДОБЫЧИ НЕФТИ И ГАЗА</b>		<b>150</b>
Тема 2.1. Насосы		<b>45</b>
	2.1.1. Поршневые насосы	17
	Принцип устройства и действия. Классификация. Область применения. Теоретическая и действительная подача. Закон движения поршня приводного насоса. Графики подачи. Процессы всасывания и нагнетания.	2
	Конструкция основных узлов насосов. Основы механического расчета.	2
	Работа, мощность и коэффициент полезного действия. Пути повышения экономичности насоса.	2
	Воздушные (газовые) колпаки. Схемы обвязки поршневых насосов.	2
	Типы и конструкции насосов для перекачки воды и нефти. Дозировочные насосы.	2
	<b>Практическая работа №19</b> Определение режима работы насосной установки.	2
	<b>Самостоятельная работа № 42</b> Регулирование работы поршневых насосов. Составление конспекта.	2
	<b>Самостоятельная работа № 43</b> Графическое оформление ПР № 19.	1
	<b>Самостоятельная работа № 44</b> Изучение конструкции и определение производительности роторных насосов. Составление схем.	2
	2.1.2. Центробежные насосы	28
	Принцип устройства и действия. Классификация. Область применения. Скорости движения жидкости в рабочем колесе. Основное уравнение центробежного насоса.	2
	Подача. Всасывание, явление кавитации. Мощность и коэффициент полезного действия. Пути повышения экономичности насосов.	2
	Рабочие характеристики. Зависимость напора, подачи и мощности от числа оборотов и диаметра рабочего колеса. Универсальные характеристики.	2

	Влияние вязкости жидкости на работу насоса. Пересчет характеристик. Характеристика трубопровода. Рабочая точка насоса.	2
	Конструкция основных узлов насосов, их расчет. Правила эксплуатации. Техника безопасности и охрана окружающей среды при эксплуатации.	2
	Совместная работа центробежных насосов для перекачки воды и нефти и нагнетания воды в пласт.	2
	<b>Зачетное занятие по теме «Насосы»</b>	2
	<b>Практическая работа № 20</b> Построение рабочей характеристики и определение рабочей точки насоса.	2
	<b>Практическая работа № 21</b> Расчет рабочего колеса центробежного насоса.	2
	<b>Самостоятельная работа № 45</b> Расчетно-графическое оформление практической работы №19.	2
	<b>Самостоятельная работа № 46</b> Регулирование параметров работы центробежного насоса. Составление конспекта.	2
	<b>Самостоятельная работа № 47</b> Изучение конструкции осевых, вихревых и струйных насосов. Составление схем.	2
	<b>Самостоятельная работа № 48</b> Подготовка к тестированию.	4
Тема 2.2. Оборудование для эксплуатации скважин фонтанным и газлифтными способами		<b>12</b>
	Внутрискважинное оборудование. Насосно-компрессорные трубы, их типы и размеры, материалы. Условия работы и расчет труб. Внутрискважинное оборудование.	2
	Оборудование устья скважин. Колонные головки. Устьевая арматура фонтанных скважин. Устьевая арматура газлифтных скважин.	2
	Запорные и регулирующие устройства фонтанной арматуры.	2
	Оборудования для газлифтной эксплуатации скважин.	2
	<b>Самостоятельная работа № 49</b> Выбор и расчет насосно-компрессорных труб.	2
	<b>Самостоятельная работа № 50</b> Изучение ГОСТ 51365-99 "Оборудование нефтепромысловое добычное устьевое. Общие технические условия". Испытание фонтанной арматуры. Составление таблиц.	2
Тема 2.3. Оборудование для штанговой насосной эксплуатации скважин		<b>24</b>
	2.3.1. Скважинные штанговые насосы	8
	Классификация. Область применения. Конструкция. Технические характеристики. Конструкция основных узлов.	2
	Подача и факторы, влияющие на нее. Правила эксплуатации насосов. Установки для одновременно-раздельной эксплуатации двух пластов одной скважиной.	2

	<b>Самостоятельная работа № 51</b> Насосные штанги: конструкция, условия работы. Составление схем.	2
	<b>Самостоятельная работа № 52</b> Расчет производительности и определение коэффициента подачи штанговых насосов.	2
	<b>2.3.2. Приводы скважинных штанговых насосов</b>	<b>16</b>
	Параметры современных станков – качалок. Конструкция.	2
	Кинематический анализ. Усилия в точке подвеса штанг. Уравновешивание станков-качалок. Расчет уравновешивания.	2
	Усилия в шатунах, тангенциальные усилия. Мощность и коэффициент полезного действия привода. Конструкция основных узлов станков-качалок и их расчет.	2
	Диаграмма А.Н. Адонина. Выбор станка-качалки и режима его работы. Безбалансирные станки. Гидравлические приводы. Эксплуатация станков-качалок. Техника безопасности и охрана окружающей среды при обслуживании станков-качалок.	2
	<b>Зачетное занятие по теме «Оборудование для штанговой насосной эксплуатации скважин»</b>	2
	<b>Практическая работа № 22</b> Уравновешивание станка-качалки.	2
	<b>Самостоятельная работа № 53</b> Определение нагрузки на головку балансира, усилия в шатуне и мощности электродвигателя.	2
	<b>Самостоятельная работа № 54</b> Подготовка к тестированию.	2
Тема 2.4. Оборудование для бесштанговой насосной эксплуатации		<b>6</b>
	Установки погружных центробежных насосов Схема установки. Область применения. Типы и конструкция электроцентробежных насосов. Гидрозащита двигателя. Оборудование устья. Беструбные установки.	2
	Выбор и расчет оборудования УЭЦН. Правила эксплуатации установок. Техника безопасности и охрана окружающей среды при эксплуатации скважин. Регулировка напора и подачи погружных насосов.	2
	<b>Самостоятельная работа № 55</b> Расчет ЭЦН на прочность.	2
Тема 2.5. Компрессоры		<b>24</b>
	<b>2.5.1. Поршневые компрессоры</b>	<b>14</b>
	Принцип устройства и работы. Область применения. Классификация. Термодинамические процессы в компрессорах.	2
	Работа и мощность, коэффициент полезного действия, пути его повышения. Действительные процессы в компрессорах. Подача, ее определение и регулирование. Многоступенчатое сжатие. Цель и способы охлаждения.	2

	Конструкция основных узлов и деталей компрессоров. Смазка компрессоров коммуникации компрессорных станций. Правила эксплуатации, техника безопасности и охрана окружающей среды при эксплуатации компрессоров.	2
	Газомоторные компрессоры, типы и конструкции. Передвижные компрессоры для освоения скважин.	2
	<b>Практическая работа № 23</b> Расчет основных параметров компрессора по ступеням сжатия.	2
	<b>Самостоятельная работа № 56</b> Термодинамические процессы в компрессорах. Индикаторная диаграмма.	2
	<b>Самостоятельная работа № 57</b> Компрессорные станции. Составление схем.	2
	2.5.2. Центробежные и винтовые компрессоры.	10
	Область применения. Типы и конструкции ротационных компрессоров. Винтовые компрессоры.	2
	Типы и конструкция центробежных компрессоров. Газотурбинный период. Характеристики турбокомпрессоров.	2
	<b>Зачетное занятие по теме «Компрессоры»</b>	2
	<b>Самостоятельная работа № 58</b> Составление таблицы "Типы компрессоров и область их применения".	2
	<b>Самостоятельная работа № 59</b> Подготовка к тестированию.	2
		<b>12</b>
Тема 2.6. Оборудование для подземного ремонта скважин		
	Вышки и мачты Типы и конструкции. Нагрузки на вышки. Обеспечение устойчивости. Расчет оттяжек.	2
	Талевая система Комплектность. Грузоподъемности. Конструкция элементов. Оснастка талевой системы. Выбор оснастки. Правила эксплуатации талевой системы.	2
	Подъемные установки Подъемники. Технические характеристики. Кинематические схемы. Конструкция узлов. Тракторные агрегаты для ремонта скважин. Автомобильные агрегаты. Рациональное использование мощности подъемных механизмов. Расчет машинного времени на спуско-подъемные операции. Правила эксплуатации подъемных механизмов. Практическая работа. Выбор подъемного механизма для ремонта скважины. Расчет машинного времени на подъем колонны.	2
	Инструмент для спуско - подъемных операций. Типы, технические характеристики. Конструкция трубных и штанговых элеваторов. Типы, характеристики и конструкции ключей для свинчивания насосно-компрессорных труб и штанг.	2

	<b>Самостоятельная работа № 60</b> Классификация видов ремонтов и операций, проводимых в скважинах.	2
	<b>Самостоятельная работа № 61</b> Расчет основных узлов и деталей подъемника.	2
Тема 2.7. Оборудование для интенсификации добычи нефти		<b>14</b>
	Оборудование для промывки скважин Промывочные агрегаты. Типы. Конструкция узлов. Технические характеристики. Правила эксплуатации. Промывочные вертлюги и шланги. Оборудование устья.	2
	Оборудование для гидроразрыва пласта Насосные, пескосмесительные агрегаты, автоцистерны, блок манифольдов, их конструкции и технические характеристики. Подземное оборудование для гидроразрыва пласта. Схема подключения агрегатов. Правила эксплуатации. Техника безопасности и охрана недр при гидроразрыве пласта.	2
	Оборудование для депарафинизации скважин Тепловые и механические установки. Устройство, техническая характеристика, принцип работы. Правила эксплуатации, техника безопасности и охрана окружающей среды.	2
	Оборудование для кислотной обработки скважин Агрегаты для кислотной обработки скважин, их типы, конструкции. Техническая характеристика. Оборудование устья. Внутрискважинное оборудование. Обязка агрегатов со скважиной. Правила эксплуатации оборудования. Техника безопасности.	2
	<b>Самостоятельная работа № 62</b> Расположение оборудования при промывке скважины.	2
	<b>Самостоятельная работа № 63</b> Расположение оборудования при ГРП.	2
	<b>Самостоятельная работа № 64</b> Расположение оборудования при солянокислотной обработке скважины.	2
Тема 2.8. Оборудование для механизации трудоемких процессов		<b>2</b>
	Назначение. Конструкция. Технические характеристики агрегатов для механизации трудоемких процессов. Общие технические требования к грузоподъемным механизмам. Регистрация. Техническое освидетельствование. Надзор и обслуживание. Производство работ.	2

Тема 2.9. Оборудование для сбора, подготовки и транспортировки нефти		<b>8</b>
	Трубопроводный транспорт. Системы перекачек. Магистральные трубопроводы. Сортамент труб и элементы трубопроводных коммуникаций. Соединения труб. Прокладки для фланцевых соединений. Расчет трубопроводов на прочность. Арматура трубопроводов: запорная, регулирующая, предохранительная. Приводы для управления трубопроводной арматурой.	2
	Оборудование для отделения жидкости от газа. Сепараторы: классификация, конструкция, оборудование сепараторов. Средства измерения объема продукции скважин и их принцип действия. Оборудование для обессоливания и обезвоживания нефти: центрифуги, электродегидраторы, термохимические установки.	2
	Оборудование для хранения нефти. Резервуары. Назначение и классификация. Резервуары с понтонной крышей. Неметаллические резервуары. Оборудование резервуаров: люки, клапаны, пеногенератор.	2
	<i><b>Самостоятельная работа № 65</b></i> Расчет трубопроводов на прочность.	2
Тема 2.10. Охрана природы при эксплуатации нефтепромыслового оборудования		<b>3</b>
	Источники загрязнения окружающей среды. Вредные выбросы технологических процессов, связанные с технологическим обслуживанием нефтепромыслового оборудования. Защита атмосферы на объектах добычи и подготовки нефти и газа. Безотходная технология как метод предотвращения загрязнения окружающей среды.	2
	<i><b>Самостоятельная работа № 66</b></i> Изучение источников загрязнения окружающей среды на различных месторождениях нефти и газа.	1
<b>Всего:</b>		<b>432</b>

### 1.3 Требования к выполнению и оформлению контрольной работы

1. Обучающийся, для освоения требуемых знаний и умений по изучаемой дисциплине, перед выполнением контрольной работы должен изучить учебный материал, указанный в тематическом плане.
2. Контрольная работа должна быть правильно оформлена: на обложке тетради указывается дисциплина, по которой выполняется контрольная работа, номер варианта, ФИО студента и преподавателя.
3. В тетради необходимо оставлять поля шириной 3 – 4 см, в конце 1 – 2 страницы для рецензии.
4. Контрольная работа должна быть написана грамотно (без стилистических и грамматических ошибок), а также не должно быть ошибок по существу предмета.
5. Задания контрольной работы необходимо переписывать полностью, отвечать конкретно и только на поставленный вопрос. При необходимости записи сопровождать схемами, рисунками, таблицами. Записи выполняются пастой синего или черного цвета, четко и разборчиво.
6. Выполнение каждого действия должно быть прокомментировано. При расчетах следует записать формулу, а только затем числовые вычисления. Результаты вычислений должны содержать размерности вычисляемых величин. Выполнение расчетов и их запись должны носить последовательный характер. Не допускается подставлять в формулу значения какой-либо величины, а ниже производить вычисления этого числа. Каждое задание начинать с новой страницы.
7. Графическая часть контрольной работы выполняется аккуратно, с использованием чертежных инструментов. Все рисунки и схемы должны быть пронумерованы в порядке их расположения. По тексту при оформлении каждой из задач необходимо делать ссылку на номер рисунка или схемы. На рисунках (схемах) необходимо нанести известные и искомые параметры.  
При оформлении заданий контрольной работы должна соблюдаться следующая последовательность (каждый пункт выполняется с красной строки):
  - задание контрольной работы;
  - исходные данные для решения задачи (единицы измерения перевести в систему СИ);
  - рисунок (схема);
  - по центру строки слово «Решение:», ниже изложение хода решения задачи с пояснениями;
  - ответ.
8. Отвечать на теоретические вопросы контрольной работы необходимо кратко и по существу.
9. В конце контрольной работы указывается список информационных источников (сайты и перечень литературы), которыми студент пользовался при выполнении контрольной работы. Список оформляется в соответствии с правилами библиографического описания.
10. При возврате контрольной работы студент должен внимательно прочитать рецензию преподавателя, выполнить все его рекомендации и советы. Исправления необходимо выполнить в той же тетради и сдать контрольную работу повторно.
11. Контрольная работа должна быть предоставлена в учебную часть в срок, указанный в учебном графике.

12. Выполненные контрольные работы оцениваются оценкой «зачтено» или «не зачтено». Контрольные работы, выполненные небрежно, не по своему варианту возвращаются студенту без проверки.

13. Обучающиеся, не выполнившие контрольную работу, к экзамену не допускаются.

14. Каждым вариантом предусматривается письменные ответы на два теоретических вопроса и решение четырех задач.

15. Контрольная работа рассчитана на 30 вариантов. Индивидуальный вариант для выполнения работы соответствует порядковому номеру списочного состава обучающихся в журнале учебных занятий.

16. По всем неясным вопросам, которые возникают в процессе изучения материала и выполнения контрольной работы, следует обращаться к преподавателю за консультацией.

#### 1.4 Критерии оценки контрольной работы

Контрольные работы оцениваются преподавателем, исходя из следующих критериев успешности работ.

Критерии оценки выполнения контрольной работы

Оценки	Критерии
<b>Зачтено</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• работа выполнена полностью;</li> <li>• оформление в соответствии с требованиями, аккуратно, разборчиво;</li> <li>• расчеты выполнены верно, либо были допущены описки, но при этом решение верное;</li> <li>• расчеты выполнены с помощью преподавателя или других обучающихся;</li> <li>• при решении задач выводы сформулированы верно;</li> <li>• ответы на поставленные вопросы даны правильно, в полном объеме, обоснованно, с использованием терминологии;</li> <li>• приведен список информационных источников, которыми обучающийся пользовался при выполнении контрольной работы.</li> </ul>
<b>Не зачтено</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• работа выполнена не по своему варианту;</li> <li>• работа выполнена не полностью;</li> <li>• оформление работы не соответствует требованиям;</li> <li>• расчеты не произведены или произведены с вычислительными ошибками или ошибками, которые обнаруживают незнание обучающимися формул решения задач, незнание приемов решения задач, незнание размерности вычисляемых величин;</li> <li>• нет ответов на поставленные вопросы или не полностью изложен материал;</li> <li>• отсутствует список информационных источников, которыми обучающийся пользовался при выполнении контрольной работы.</li> </ul>

## 2 Контрольная работа

### 2.1 Теоретическая часть контрольной работы

Теоретическая часть контрольной работы состоит из письменных ответов на вопросы, согласно выбранного варианта, представленных в таблице 1.

Таблица 1 – Номера вопросов теоретической части контрольной работы

Предпоследняя цифра варианта	Последняя цифра варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	1	2	3	4	11	6	7	8	19	18
	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51
1	5	21	13	14	15	16	17	10	9	20
	50	49	48	47	46	45	44	43	42	41
2	12	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31

#### Перечень теоретических вопросов контрольной работы.

1. Комплекты и компоновка буровых установок, основные параметры. Классификация буровых установок. Кинематические схемы буровых установок. Основные кинематические цепи. Требования, предъявляемые к кинематическим схемам буровых установок.

2. Конструкции вышек башенного и мачтового типов, их основные параметры и размеры. Сравнительный анализ вышек башенного и мачтового типов.

3. Вертикальные и горизонтальные нагрузки, действующие на вышку. Схема нагрузок, действующих на вышку. Устойчивость вышек, закрепление оттяжками.

4. Основания. Параметры основания вышки. Нагрузки, действующие на основание вышки. Схема нагрузок на основание вышки.

5. Талевые канаты: классификация, конструкции, обозначение, основные размеры и параметры канатов по ГОСТ.

6. Кронблочки и талевые блоки. Назначение, конструкция, технические характеристики.

7. Буровые крюки и крюкоблоки. Назначение, конструкция, технические характеристики.

8. Назначение, типы, конструкции, технические характеристики и кинематические схемы буровых лебедок. Классификация буровых лебедок по мощности, числу скоростей и валов.

9. Конструкции основных узлов лебедок: станин, валов и подшипников, муфт включения, цепных передач.

10. Тормозные устройства буровых лебедок. Конструкция ленточного тормоза, материалы для ленточных тормозов.

11. Буровые лебедки серии ЭТ. Кинематическая схема. Конструктивные особенности, достоинства и недостатки.

12. Назначение роторов и предъявляемые к ним требования. Основные параметры и технические характеристики роторов. Конструкции элементов ротора.

13. Конструкция и работа клиновых захватов типа ПКР. Технические характеристики.
14. Назначение вертлюгов и предъявляемые к ним требования. Типы и основные параметры, конструкции и технические характеристики вертлюгов. Основные детали вертлюга.
15. Типы, конструкции и технические характеристики буровых шлангов.
16. Назначение буровых насосов и основные требования, предъявляемые к ним. Типы буровых насосов и их основные параметры.
17. Детали и узлы трансмиссионной части буровых насосов, их конструктивные особенности.
18. Детали и узлы гидравлической части буровых насосов, их конструктивные особенности.
19. Инструмент для захвата, подъема и переноса труб и свечей. Конструкция и технические характеристики.
20. Стационарные пневматические ключи типа АКБ: назначение, конструкция, технические характеристики. Управление ключами.
21. Турбобуры: типы, конструкции, технические характеристики. Основные детали турбобура.
22. Винтовые двигатели объемного типа, их преимущества и недостатки, принцип работы. Конструкция и технические характеристики винтовых двигателей.
23. Механические передачи, применяемые в буровых установках: цепные, зубчатые, клиноременные, карданные; конструкции, преимущества и недостатки.
24. Гидродинамические передачи: турбомуфты, турботрансформаторы. Их конструкция, принцип работы, достоинства и недостатки. Жидкость для гидросистем.
25. Привод буровых установок. Сравнительный анализ дизельного, дизельгидравлического, электрического, дизельэлектрического и газотурбинного приводов.
26. Назначение, конструкции, принцип действия и технические характеристики оборудования и механических устройств для приготовления буровых растворов.
27. Оборудование для очистки бурового раствора. Конструкция, технические характеристики и принцип работы.
28. Система воздухообеспечения пневматического управления буровой установки. Оборудование подготовки воздуха, конструкция и технические характеристики.
29. Управляющие пневматические устройства: двухклапанные и четырехклапанные краны, их конструкция. Исполнительные механизмы пневматической системы управления. Конструкция и применение на буровой установке.
30. Типы, конструкции и технические характеристики плашечных, универсальных и вращающихся превенторов.
31. Принцип работы поршневого насоса. Процессы всасывания и нагнетания поршневого насоса. Закон движения поршня бурового насоса, графики скорости и ускорения и ускорения поршня.
32. Подача поршневого насоса, графики подачи. Мощность привода поршневого насоса.
33. Назначение, принцип действия и конструкция пневмокомпенсаторов.
34. Дозировочные насосы: назначение, принцип действия, кинематическая схема.
35. Регулирование работы поршневых насосов.

36. Конструкция и принцип действия роторных насосов: шестеренных, винтовых, шибберных. Определение подачи роторных насосов.
37. Схема и принцип действия центробежного насоса. Преимущества и недостатки центробежных насосов. Основное уравнение центробежного насоса.
38. Подача, мощность и коэффициент полезного действия центробежного насоса.
39. Конструкция центробежных насосов. Особенности конструкции центробежных насосов типа ЦНС.
40. Осевое давление в центробежных насосах, причины его возникновения. Уравновешивание осевого давления.
41. Виды уплотнений в насосе. Их конструкция и сравнительный анализ.
42. Регулирование параметров работы центробежного насоса.
43. Принцип действия и конструктивные особенности лопастных насосов: осевых, диагональных, вихревых. Их технические характеристики и область применения.
44. Принцип действия поршневого компрессора. Конструкции поршневых компрессоров, схемы.
45. Основные узлы и детали поршневого компрессора.
46. Винтовые компрессоры. Их конструкция, достоинства и недостатки.
47. Система смазки и система охлаждения компрессоров.
48. Характеристика наземного оборудования в фонтанных скважинах: запорные и регулирующие устройства фонтанной арматуры и манифольда. Маркировка фонтанной арматуры.
49. Вставные и невставные штанговые насосы, их типы и конструкция. Основные узлы и детали
50. Насосные штанги: назначение, конструкция, размеры и маркировка.
51. Конструкция основных узлов и деталей станков-качалок. Маркировка станков-качалок.
52. Редукторы станков-качалок. Назначение, конструкция, технические характеристики.
53. Цель и способы уравновешивания станков-качалок.
54. Устьевое оборудование штанговой скважинной насосной установки (ШСНУ).
55. Принципиальная схема установки электрического центробежного насоса (УЭЦН), маркировка.
56. Классификация, конструкция и принцип действия электрического центробежного насоса (ЭЦН).
57. Конструкция погружного электродвигателя (ПЭД). Система токоподвода к ПЭД.
58. Назначение, типы и конструкция гидрозащиты в УЭЦН.
59. Назначение, комплектность и техническая характеристика агрегата СИН-32.
60. Назначение, комплектность и техническая характеристика агрегата ППУ.

## 2.2 Практическая часть контрольной работы

Задачи контрольной работы скомпонованы по группам, охватывающим определенные темы. Необходимые данные для выполнения задачи взять из указанной в задаче таблицы в соответствии с вариантом. Перед началом решения задач следует изучить соответствующие темы.

### Задача № 1

Для буровой установки подобрать из условия прочности на разрыв диаметр талевого каната. Проверить выбранный канат на прочность по нормальным напряжениям. Рассчитать натяжение ветвей талевого системы и определить нагрузку на ось кронблока. Необходимые данные для выполнения задачи взять из таблицы 2.1 в соответствии с вариантом.

Исходные данные:

- условная глубина бурения  $H$ ;
- вес одного погонного метра обсадной трубы  $q_0$ ;
- оснастка талевого системы;
- масса поднимаемого оборудования талевого системы  $Q_{об}$ ;
- коэффициент сопротивления шкива  $\beta$ .

### Методические указания к решению задачи № 1

Перед началом решения этой задачи следует изучить темы 1.2 «Буровые вышки и сооружения» и 1.3 «Талевая система», указанные в тематическом плане дисциплины (п. 1.2).

Алгоритм решения задачи

1. Произвести расчет массы обсадной колонны по формуле:

$$Q_0 = H \cdot q_0 . \quad (1)$$

2. Произвести расчет максимальной нагрузки на крюке  $P_{кр}$  от массы обсадной колонны с учетом расхаживания:

$$P_{кр} = 1,15 \cdot Q_0 \cdot g, \quad (2)$$

где  $g$  – ускорение свободного падения,  $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ .

3. Определить число рабочих струн (ветвей)  $n$  талевого системы по формуле:

$$n = n_{шк.тб} + n_{шк.кб} - 1, \quad (3)$$

где  $n_{шк.тб}$  – количество шкивов талевого блока;

$n_{шк.кб}$  – количество шкивов кронблока.

4. Определить натяжение ходового конца талевого каната  $P_{хк}$  по формуле:

$$P_{хк} = (P_{кр} + Q_{об} \cdot g) \cdot \frac{\beta^n (\beta - 1)}{\beta^n - 1}, \quad (4)$$

где  $Q_{об}$  – масса поднимаемого оборудования талевого системы;

$\beta$  – коэффициент сопротивления шкива.

5. Определить натяжение неподвижного конца талевого каната  $P_{нк}$  по формуле:

$$P_{нк} = (P_{кр} + Q_{об} \cdot g) \cdot \frac{\beta - 1}{\beta \cdot (\beta^n - 1)}. \quad (5)$$

6. Определить разрывное усилие талевого каната  $P_{раз}$  из условия его прочности на разрыв. Расчет каната на прочность ведут по натяжению ходового конца, как самой нагруженной ветви талевого системы.

$$P_{раз} / P_{хк} \leq K_{зп}, \quad (6)$$

где  $K_{зп}$  – коэффициент запаса прочности,  $K_{зп} = 3,5 \dots 4,0$ .

7. Подобрать по ГОСТ 16853-88 ( Приложение А ) диаметр талевого каната  $d$ . Для выбранного каната выписать следующие параметры:

- тип каната;
- диаметр каната  $d$ ;
- маркировку каната;
- разрывное усилие каната по ГОСТ 16853-88.

8. Определить нормальные напряжения, возникающие в поперечном сечении каната при растяжении  $\sigma_{рас}$  по формуле:

$$\sigma_{рас} = P_{хк} / F_k, \quad (7)$$

где  $F_k$  – площадь поперечного сечения талевого каната из таблицы Приложения А.

9. Определить нормальные напряжения, возникающие в поперечном сечении каната при изгибе  $\sigma_{изг}$  по формуле:

$$\sigma_{изг} = \frac{3}{8} \cdot \frac{E \cdot \delta}{D_{ш}}, \quad (8)$$

где  $E$  – модуль упругости материала каната, для стали  $E = 2,1 \cdot 10^5$  МПа;

$\delta$  – диаметр проволоки в канате из таблицы Приложения А;

$D_{ш}$  – диаметр канатных шкивов талевой системы из таблицы Приложения Б.

10. Определить суммарное нормальное напряжение, возникающее в поперечном сечении талевого каната по формуле:

$$\sigma_{сум} = \sigma_{рас} + \sigma_{изг}. \quad (9)$$

11. Из таблицы ГОСТ 16853-88 ( Приложение А ) для выбранного талевого каната диаметром  $d$  выписать временное сопротивление  $\sigma_{вр}$  и проверить канат на прочность по нормальным напряжениям по формуле:

$$K_{зп} = \sigma_{вр} / \sigma_{сум}, \quad (10)$$

Прочность талевого каната обеспечивается, если коэффициент запаса прочности  $K_{зп} \geq 3,5 \dots 4,0$ . По результатам проверки сделать выводы.

12. Изобразить в тетради схему талевой системы заданной оснастки. Пронумеровать рабочие ветви талевого каната, начиная с ближайшей к ходовому концу. Изобразить на схеме натяжение всех ветвей талевого каната.

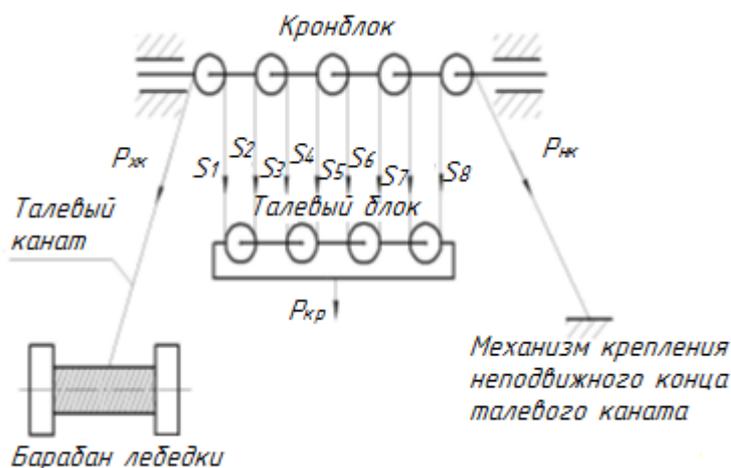


Рисунок 3.2 – Схема талевой системы

13. Произвести расчет натяжения рабочих струн  $S_i$  талевой системы по формулам:

$$\begin{aligned} S_1 &= P_{\text{хк}}/\beta; \\ S_2 &= S_1/\beta; \\ &\dots\dots\dots \\ S_i &= S_{i-1}/\beta, \end{aligned} \tag{11}$$

где  $i$  = от 2 до  $n$ .

14. Определить нагрузку на ось кронблока  $P_{\text{о.кр.}}$  по формуле:

$$P_{\text{о.кр.}} = P_{\text{хк}} + P_{\text{нк}} + S_1 + \dots + S_n. \tag{12}$$

Таблица 2.1 – Исходные данные к выполнению задачи № 1

№ варианта	Условная глубина бурения, $H$ , м	Вес одного погонного метра обсадной трубы, $q_0$ , кг/м	Масса поднимаемого оборудования талевой системы, $Q_{\text{об}}$ , т	Оснастка талевой системы	Коэффициент сопротивления шкива, $\beta$
1/26	2500	25,1	8,5	4x5	1,05
2/27	2000	26,2	8,0	4x5	1,05
3/28	3500	35,1	10,0	5x6	1,05
4/29	3000	38,2	9,5	5x6	1,05
5	4500	29,5	11,0	6x7	1,05
6	4000	32,0	10,5	6x7	1,05
7	4700	41,2	11,5	6x7	1,05
8	3200	42,8	9,5	5x6	1,05
9	4200	33,6	10,5	6x7	1,05
10	2700	35,7	9,0	4x5	1,05
11	2500	46,5	8,0	4x5	1,07
12	2000	47,2	7,5	4x5	1,07
13	3500	22,3	9,5	5x6	1,07
14	3000	29,0	8,5	5x6	1,07
15	4500	24,9	10,5	6x7	1,07
16	4000	51,5	10,0	5x6	1,07
17	4700	24,0	11,0	6x7	1,07
18	3200	31,6	10,5	5x6	1,07
19	4200	29,1	10,0	6x7	1,07
20	2700	35,0	9,5	4x5	1,07
21	2500	29,5	8,5	4x5	1,09
22	2000	28,8	8,0	4x5	1,09
23	3500	33,7	10,0	5x6	1,09
24	3000	38,1	9,5	5x6	1,09
25	4500	33,6	11,0	6x7	1,09

## Задача № 2

Для данных условий определить усилие торможения, которое необходимо приложить к рукоятке ленточного тормоза буровой лебедки. Проверить на прочность тормозные ленты и проверить на срез заклепки. Проверить тормозные колодки по допускаемому давлению. Необходимые данные для выполнения задачи взять из таблицы 2.2 в соответствии с вариантом. Исходные данные:

- нагрузка на крюке  $Q_{кр}$  ;
- масса поднимаемого оборудования  $Q_{об}$ ;
- оснастка талевого системы;
- угол охвата тормозного шкива лентой  $\alpha$  ;
- расчетный диаметр барабана лебедки  $D_{расч}$ ;
- диаметр тормозного шкива  $D_{тш}$  ;
- ширина тормозной ленты  $B$ .

### Методические указания к решению задачи № 2

Перед началом решения этой задачи следует изучить темы 1.3 «Талевая система» и 1.4 «Буровые лебедки», указанные в тематическом плане дисциплины (п. 1.2).

#### Алгоритм решения задачи

1. Определить число рабочих струн (ветвей)  $n$  талевого системы по формуле:

$$n = n_{шк.тб} + n_{шк.кб} - 1, \quad (13)$$

где  $n_{шк.тб}$  – количество шкивов талевого блока;

$n_{шк.кб}$  – количество шкивов кронблока.

2. Определить натяжение ходового конца талевого каната  $P_{хк}$  по формуле:

$$P_{хк} = (Q_{кр} + Q_{об}) \cdot g \cdot \frac{\beta^n (\beta - 1)}{\beta^n - 1}, \quad (14)$$

где  $Q_{кр}$  – нагрузка на крюке;

$Q_{об}$  – масса поднимаемого оборудования талевого системы;

$g$  – ускорение свободного падения,  $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ ;

$\beta$  – коэффициент сопротивления шкива,  $\beta = 1,04$ .

3. Определить вращающий момент на барабане лебедки  $M_б$  по формуле:

$$M_б = P_{хк} \cdot D_{расч} / 2, \quad (15)$$

где  $D_{расч}$  – расчетный диаметр барабана лебедки.

4. Определить окружное тормозное усилие  $F_T$  на тормозных шкивах, приняв, что вращающий момент на барабане лебедки  $M_б$  уравнивается тормозным моментом  $M_T$  на ее шкивах,  $M_б = M_T$ .

$$F_T = 2 \cdot M_T / D_{тш} = 2 \cdot M_б / D_{тш}, \quad (16)$$

где  $D_{тш}$  – диаметр тормозного шкива.

5. Угол охвата тормозного шкива лентой  $\alpha$  необходимо перевести в радианы по формуле:

$$\alpha(\text{рад.}) = \alpha(\text{град.}) \cdot \pi / 180^\circ. \quad (17)$$

6. Определить натяжение набегających концов тормозных лент  $T$  по формуле:

$$T = k \cdot F_T \cdot \frac{e^{\mu\alpha}}{e^{\mu\alpha} - 1}, \quad (18)$$

где  $k$  – коэффициент запаса,  $k = 1,2$ ;

$e$  – основание натурального логарифма,  $e = 2,72$ ;

$\mu$  – коэффициент трения колодок,  $\mu = 0,4$ ;  
 $\alpha$  – угол охвата тормозного шкива лентой, рад.

7. Определить натяжение сбегающих концов тормозных лент  $t$  по формуле:

$$t = \frac{T}{e^{\mu\alpha}} . \quad (19)$$

8. Определить момент на коленчатом валу тормоза  $M_k$  по формуле:

$$M_k = t \cdot r , \quad (20)$$

где  $r$  – радиус кривошипа коленчатого вала тормоза,  $r = 50$  мм.

9. Определить усилие  $P$ , необходимое для торможения подъемного вала буровой лебедки по формуле:

$$P = \frac{M_k - q_p \cdot L}{l \cdot \eta_{оп}} , \quad (21)$$

где  $q_p$  – вес рукоятки,  $q_p = 500$  Н;

$L$  – расстояние от центра тяжести тормозной рукоятки до оси коленчатого вала,  
 $L = 0,8$  м;

$\eta_{оп}$  – потери на трение в опорах,  $\eta_{оп} = 0,98$ ;

$l = R \cdot \cos 30^\circ$ ,

где  $R$  – длина рукоятки,  $R = 1,4$  м.

10. Для проверки на прочность тормозных лент необходимо определить площадь их поперечного сечения  $F_l$  по формуле:

$$F_l = \delta \cdot B , \quad (22)$$

где  $\delta$  – толщина ленты,  $\delta = 6$  мм;

$B$  – ширина тормозной ленты.

11. Определить нормальные напряжения, возникающие в поперечном сечении ленты при ее растяжении. При этом учесть, что торможение производится двумя лентами.

$$\sigma_p = T / (2 \cdot F_l) . \quad (23)$$

12. Сравнить полученное значение  $\sigma_p$  с допускаемым  $[\sigma_p]$ :

$$\sigma_p < [\sigma_p] , \quad (24)$$

где  $[\sigma_p]$  – допускаемое нормальное напряжение на растяжение материала лент. Для лент, изготовленных из стали марки Ст50,  $[\sigma_p] = 140$  МПа.

13. Аналогичный проверочный расчет произвести и для случая обрыва одной ленты. В этом случае учесть, что торможение производится одной лентой. По результатам расчета сделать выводы.

14. Произвести проверочный расчет заклепок на срез. Конец тормозной ленты закреплен двенадцатью заклепками, работающими на двойной срез. Определить напряжения среза  $\tau_{ср}$  в заклепках по формуле:

$$\tau_{ср} = \frac{t}{2 \cdot n \cdot \delta \cdot d_3} , \quad (25)$$

где  $n$  – количество заклепок в соединении,  $n = 12$ ;

$d_3$  – диаметр заклепок,  $d_3 = 14$  мм;

15. Сравнить полученное значение  $\tau_{ср}$  с допускаемым  $[\tau_{ср}]$ :

$$\tau_{ср} < [\tau_{ср}] , \quad (26)$$

где  $[\tau_{ср}]$  – допускаемое напряжение среза материала заклепок. Для заклепок, изготовленных из стали марки Ст3,  $[\tau_{ср}] = 50$  МПа.

По результатам расчета сделать выводы.

16. Произвести проверочный расчет тормозных колодок по допускаемому давлению. Определить максимальное  $p_{\max}$  и минимальное  $p_{\min}$  давления тормозных колодок на шкивы по формулам:

$$p_{\max} = T / (B \cdot D_{\text{тш}}); \quad (27)$$

$$p_{\min} = t / (B \cdot D_{\text{тш}}). \quad (28)$$

17. Определить среднее удельное давление  $p_{\text{ср}}$  колодок на тормозной шкив по формуле:

$$p_{\text{ср}} = (p_{\max} + p_{\min})/2. \quad (29)$$

18. Среднее удельное давление колодок на тормозной шкив  $p_{\text{ср}}$  зависит от свойств выбранных материалов шкивов и колодок тормозных лент, но его значение должно находиться в следующих пределах:

$$0,1 \leq p_{\text{ср}} \leq 0,7 \text{ МПа}. \quad (30)$$

Произвести сравнение удельное давление колодок на тормозной шкив  $p_{\text{ср}}$  и по результатам сравнения сделать выводы.

Таблица 2.2 – Исходные данные к выполнению задачи № 2

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Нагрузка на крюке, $Q_{\text{кр}}$ , т	32	38	40	44	48	52	56	62	70	73
Вес поднимаемого оборудования, $Q_{\text{об}}$ , т	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,7	2,9	3,1
Оснастка	2x3	2x3	2x3	3x4	3x4	3x4	3x4	4x5	4x5	4x5
Угол охвата тормозного шкива лентой, $\alpha$ , град	260	260	270	270	270	280	280	280	290	290
Расчетный диаметр барабана лебедки, $D_{\text{расч}}$ , мм	780	780	780	800	800	800	800	840	840	840
Диаметр тормозного шкива, $D_{\text{тш}}$ , мм	900	900	900	1000	1000	1000	1000	1120	1120	1120
Ширина тормозной ленты, $B$ , мм	230	230	230	250	250	250	250	270	270	270

### Задача № 3

Рассчитать основные параметры рабочего колеса центробежного насоса. Необходимые данные для выполнения задачи взять из таблицы 2.3 в соответствии с вариантом. Исходные данные:

- оптимальная подача насоса  $Q_0$ ;
- оптимальный напор насоса  $H_0$ ;
- число секций насоса  $i$ ;
- частота вращения вала насоса  $n$ ;
- плотность перекачиваемой жидкости  $\rho$ .

### Методические указания к решению задачи № 3

Перед началом решения этой задачи следует изучить тему 2.1.2 «Центробежные насосы», указанную в тематическом плане дисциплины (п. 1.2).

#### Алгоритм решения задачи

1. По условному обозначению центробежного насоса определить его оптимальную подачу  $Q_0$  и оптимальный напор  $H_0$ . Учесть, что оптимальная подача насоса в его условном обозначении имеет размерность  $\text{м}^3/\text{час}$ , потому необходимо определить оптимальную подачу насоса за 1 секунду.

2. Определить коэффициент быстроходности  $n_s$  рабочего колеса насоса по формуле:

$$n_s = \frac{3,65 \cdot n \cdot Q_0^{0,5}}{H_1^{0,75}}, \quad (31)$$

где  $H_1$  – оптимальный напор, приходящийся на одну ступень,  $H_1 = H_0 / i$ ,

$i$  – число секций насоса;

$Q_0$  – оптимальная подача насоса за 1 секунду;

$n$  – частота вращения вала насоса.

По таблице Приложения В определить тип рабочего колеса насоса по коэффициенту быстроходности  $n_s$ .

3. Определить объемный КПД  $\eta_0$  насоса по формуле А.А.Ломакина:

$$\eta_0 = \frac{1}{1 + 0,68 \cdot n_s^{-2/3}}, \quad (32)$$

4. Определить приведенный диаметр рабочего колеса (условный диаметр живого сечения входа в рабочее колесо) по формуле Д.Я.Суханова:

$$D_{1п} = K_{\text{вх}} \cdot \sqrt[3]{\frac{Q_0}{n}}, \quad (33)$$

где  $K_{\text{вх}}$  – коэффициент входной воронки рабочего колеса,  $K_{\text{вх}} = 3,25 \div 5,0$ .

5. Определить гидравлический КПД насоса  $\eta_r$  по формуле А.А.Ломакина:

$$\eta_r = 1 - \frac{0,42}{[\lg(D_{1п} \cdot 10^3) - 0,172]^2}. \quad (34)$$

6. Определить механический КПД насоса  $\eta_m$  по формуле А.А.Ломакина:

$$\eta_m = \frac{1}{1 + 820 \cdot n_s^{-2}}. \quad (35)$$

7. Определить полный КПД  $\eta$  центробежного насоса:

$$\eta = \eta_0 \cdot \eta_r \cdot \eta_m. \quad (36)$$

8. Определить мощность насоса  $N_n$  по формуле:

$$N_n = Q_o \cdot H_o \cdot g \cdot \rho / \eta, \quad (37)$$

где  $\rho$  – плотность перекачиваемой жидкости. Принять:

плотность турбинного масла  $\rho = 903 \text{ кг/м}^3$  ;

плотность бурового раствора  $\rho = 1500 \text{ кг/м}^3$  ;

плотность водонефтяной эмульсии  $\rho = 930 \text{ кг/м}^3$  ;

$g$  – ускорение свободного падения,  $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ .

9. Определить крутящий момент  $M$  на валу насоса по формуле:

$$M = 9,6 \cdot N_n / n. \quad (38)$$

10. Определить диаметр вала насоса  $d_b$  из условия прочности при кручении:

$$d_b = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot M}{\pi \cdot [\tau_{\text{доп}}]}}, \quad (39)$$

где  $[\tau_{\text{доп}}]$  – допустимое напряжение материала вала на кручение, для стали  $[\tau_{\text{доп}}] = 12 \div 20 \text{ МПа}$ .

11. Определить диаметр ступицы  $d_{\text{ст}}$  рабочего колеса насоса по формуле:

$$d_{\text{ст}} = 1,4 \cdot d_b. \quad (40)$$

12. Определить длину ступицы  $l_{\text{ст}}$  рабочего колеса насоса по формуле:

$$l_{\text{ст}} = 1,4 \cdot d_{\text{ст}}. \quad (41)$$

13. Определить расход жидкости в каналах рабочего колеса  $Q_k$  по формуле:

$$Q_k = Q_o / \eta_o. \quad (42)$$

14. Определить осевую скорость жидкости у входа в рабочее колесо  $c_o$  по формуле:

$$c_o = \sqrt[3]{Q_k \cdot \left(\frac{n}{60}\right)^2}. \quad (43)$$

15. Определить диаметр входа на рабочие лопасти  $D_1$  по формуле:

$$D_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_k}{\pi \cdot c_o} + d_{\text{ст}}^2}. \quad (44)$$

16. Определить окружную скорость  $u_1$  на входе в каналы рабочего колеса:

$$u_1 = \pi \cdot D_1 \cdot n / 60. \quad (45)$$

17. Определить угол наклона лопасти на входе в рабочее колесо  $\beta_1$  по формуле:

$$\text{tg } \beta_1 = c_1 / u_1, \quad (46)$$

где  $c_1$  – скорость потока на входе с учетом стеснения его лопастями,  $c_1 = 1,25 \cdot c_o$ .

18. Определить угол входной кромки лопасти колеса  $\beta_{1л}$  по формуле:

$$\beta_{1л} = \beta_1 + \gamma, \quad (47)$$

где  $\gamma$  – угол атаки профиля колеса (угол между направлением вектора скорости набегающего потока и направлением хорды профиля),  $\gamma = 5 \div 10^\circ$ .

19. Определить ширину лопасти на входе  $b_1$  по формуле:

$$b_1 = Q_k / \pi \cdot D_1 \cdot c_1 \cdot \lambda, \quad (48)$$

где  $\lambda$  – коэффициент стеснения входного сечения межлопаточных каналов,  $\lambda = 0,9$ .

20. Определить окружную скорость  $u_2$  на выходе из рабочего колеса:

$$u_2 = \sqrt{\frac{g \cdot H_{1т}}{c_{2u}}}, \quad (49)$$

где  $H_{1т}$  – теоретический напор одной ступени,  $H_{1т} = H / (i \cdot \eta_r)$ ,

$c_{2u}$  – коэффициент окружной составляющей абсолютной скорости жидкости на выходе из колеса,  $c_{2u} = 0,5 \div 0,6$ .

21. Определить диаметр рабочего колеса на выходе  $D_2$  по формуле:

$$D_2 = 60 \cdot u_2 / \pi \cdot n . \quad (50)$$

22. Определить отношение диаметров выхода и входа:

$$m = D_2 / D_1 . \quad (51)$$

23. Определить ширину лопасти на выходе  $b_2$  по формуле:

$$b_2 = b_1 \cdot D_1 / D_2 . \quad (52)$$

24. Определить количество лопаток рабочего колеса  $z$  по формуле:

$$z = 6,5 \cdot \frac{m+1}{m-1} \cdot \sin \frac{\beta_1 + \beta_2}{2} , \quad (53)$$

где  $\beta_2$  – угол наклона лопатки на выходе рабочего колеса. Значение угла  $\beta_2$  определить из таблицы Приложения Г.

Таблица 2.3 – Исходные данные к выполнению задачи № 3

№ варианта	Тип насоса	Число секций насоса, $i$	Частота вращения вала насоса, $n$ , об/мин	Перекачиваемая жидкость
1	К 290/30	1	1450	Вода
2	ЦНС 90-1050	8	2950	Водонефтяная эмульсия
3	1Д 315/50	1	2950	Вода
4	1Д 1250/63	1	1450	Вода
5	ЦНС 38-44	2	2950	Вода
6/26	ЦНСг 38-66	3	2950	Вода
7/27	ЦНСм 38-88	4	2950	Масло турбинное
8/28	ЦНС 38-110	5	2950	Вода
9/29	ГШН 150/30	1	1450	Буровой раствор
10/30	ВШН 170/35	1	1450	Буровой раствор
11	ГШН 250/50	1	1450	Буровой раствор
12	ЦНСг 38-132	6	2950	Вода
13	ЦНСм 38-154	7	2950	Масло турбинное
14	ЦНС 38-176	8	2950	Вода
15	ЦНСг 60-66	2	2950	Вода
16	ЦНС 63-1000	9	2950	Водонефтяная эмульсия
17	ЦНСм 60-330	10	2950	Масло турбинное
18	ЦНС 240-1422	11	2950	Вода
19	ЦНС 63-1900	16	2950	Водонефтяная эмульсия
20	ЦНСа 120-1422	11	2950	Вода
21	ЦНСг 13-140	4	2950	Вода
22	ЦНСм 60-198	6	2950	Масло турбинное
23	ЦНС 60-132	4	2950	Вода
24	ЦНСг 60-165	5	2950	Вода
25	ЦНС 63-1400	13	2950	Водонефтяная эмульсия

#### Задача № 4

Определить подачу, мощность и параметры поршневого компрессора для данных условий. Процесс сжатия газа политропный. Необходимые данные для выполнения задачи взять из таблицы 2.4 в соответствии с вариантом. Исходные данные:

- частота вращения вала  $n$  ;
- диаметр цилиндра  $D$ ;
- длина хода поршня  $S$ ;
- давление газа на нагнетании  $p_2$ ;
- число ступеней сжатия  $z$ ;
- число рабочих камер  $i$ ;
- показатель политропы  $m$ ,  $m = 1,2$  ;
- механический КПД  $\eta_m$ ,  $\eta_m = 0,8$  ;
- газовая постоянная  $R$ ,  $R = 287$  Дж / кг·К ;
- температура газа на входе  $T_1$ ,  $T_1 = 293$  К ;
- давление газа на входе  $p_1$ ,  $p_1 = 0,1$  МПа ;
- коэффициент подачи  $\lambda_0$ ,  $\lambda_0 = 0,75$  .

#### Методические указания к решению задачи № 4

Перед началом решения этой задачи следует изучить тему 2.5.1 «Поршневые компрессоры», указанную в тематическом плане дисциплины (п. 1.2).

##### Алгоритм решения задачи

1. Определить объем вредного пространства компрессора  $V_{вр}$  по формуле:

$$V_{вр} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \delta, \quad (54)$$

где  $D$  – диаметр цилиндра;

$$\delta = \delta_1 + \delta_2, \quad (55)$$

$\delta_1$  – расстояние между стенкой цилиндра и крайним положением поршня со стороны уплотнения штока:

$\delta_2$  – то же, со стороны клапанной коробки.

$$\delta_1 = \left( \frac{S}{1000} + 0,5 \right); \quad (56)$$

$$\delta_2 = \left( \frac{S}{500} + 0,5 \right), \quad (57)$$

где  $S$  – длина хода поршня.

2. Определить удельный объем газа  $V_1$  по формуле:

$$V_1 = \frac{R \cdot T_1}{p_1}, \quad (58)$$

где  $T_1$  – температура газа на входе,  $T_1 = 293$  К ;

$p_1$  – давление газа на входе,  $p_1 = 0,1$  МПа ;

$R$  – газовая постоянная,  $R = 287$  Дж / кг·К .

3. Определить степень сжатия компрессора  $\xi$  по формуле:

$$\xi = \sqrt[z]{\frac{p_2}{p_1}}, \quad (59)$$

где  $p_2$  – давление газа на нагнетании;

$z$  – число ступеней сжатия.

4. Определить работу на сжатие единицы массы газа  $L_{\text{пол}}$  при политропном процессе по формуле:

$$L_{\text{пол}} = z \cdot \frac{m}{m-1} \cdot p_1 \cdot V_1 \cdot \left( \xi^{\frac{m-1}{m}} - 1 \right), \quad (60)$$

где  $m$  – показатель политропы,  $m = 1,2$ .

5. Определить объемную подачу компрессора  $Q$  по формуле:

$$Q = i \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot S \cdot n \cdot \lambda_0, \quad (61)$$

где  $i$  – число рабочих камер;

$n$  – частота вращения вала компрессора,

$\lambda_0$  – коэффициент подачи,  $\lambda_0 = 0,75$ .

6. Определить весовую подачу компрессора  $Q_B$  по формуле:

$$Q_B = \frac{Q}{V_1}. \quad (62)$$

7. Определить эффективную мощность компрессора  $N_{\text{эф}}$  по формуле:

$$N_{\text{эф}} = \frac{Q_B \cdot L_{\text{пол}}}{60 \cdot \eta_M}, \quad (63)$$

где  $\eta_M$  – механический КПД,  $\eta_M = 0,8$ .

8. Определить среднюю скорость движения поршня  $c_{\text{п}}$  по формуле:

$$c_{\text{п}} = \frac{S \cdot n}{60}, \quad (64)$$

где  $S$  – длина хода поршня.

9. Определить площадь проходного сечения всасывающего патрубка компрессора  $f_B$ :

$$f_B = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot c_{\text{п}}}{4 \cdot w_{\text{ср.в}}}, \quad (65)$$

где  $w_{\text{ср.в}}$  – средняя скорость газа во всасывающем патрубке,  $w_{\text{ср.в}} = 12 \div 18$  м/с.

10. Определить диаметр всасывающего патрубка  $d_B$ :

$$d_B = \sqrt{\frac{4 \cdot f_B}{\pi}}. \quad (66)$$

11. Определить площадь проходного сечения нагнетательного патрубка компрессора  $f_H$ :

$$f_H = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot c_{\text{п}}}{4 \cdot w_{\text{ср.н}}}, \quad (67)$$

где  $w_{\text{ср.н}}$  – средняя скорость газа в нагнетательном патрубке,  $w_{\text{ср.н}} = 1,4 \cdot w_{\text{ср.в}}$ .

12. Определить диаметр нагнетательного патрубка компрессора  $d_H$ :

$$d_H = \sqrt{\frac{4 \cdot f_H}{\pi}}. \quad (68)$$

13. Определить толщину стенки рабочей втулки цилиндра:

$$\tau = \frac{p_1 \cdot \xi \cdot D}{2 \cdot [\sigma_p]} + a, \quad (69)$$

где  $[\sigma_p]$  – допускаемое напряжение на растяжение материала цилиндра, для чугуна  $[\sigma_p] = 16$  МПа;

$a$  – допуск на размер, учитывающий коррозию и уменьшение толщины стенки при расточке цилиндра при ремонте,  $a = 0,01$  м.

Таблица 2.4 – Исходные данные к выполнению задачи № 4

№ варианта	Частота вращения вала компрессора, $n$ , об/мин	Диаметр цилиндра, $D$ , мм	Длина хода поршня, $S$ , мм	Давление газа на нагнетании, $p_2$ , МПа	Число ступеней сжатия, $z$	Число рабочих камер, $i$
1/11/21	300	185	400	6,5	2	4
2/12/22	480	500	220	7,0	2	4
3/13/23	500	470	220	0,8	1	2
4/14/24	500	340	220	12,0	2	4
5/15/25	735	320	125	7,0	2	4
6/16/26	735	280	180	7,8	2	4
7/17/27	600	300	160	8,0	2	4
8/18/28	300	500	420	0,6	1	2
9/19/29	365	500	500	1,1	1	2
10/20/30	450	510	250	1,0	1	2

## Список литературы

### Основные источники (ОИ)

ОИ1 Вадецкий, Ю.В. Бурение нефтяных и газовых скважин [Текст] : учебник для нач. проф. образования / Ю.В. Вадецкий. – 7-е изд., стер. – Москва : Академия, 2013. – 352с.

ОИ2 Покрепин, Б. В. Эксплуатация нефтяных и газовых месторождений МДК.01.02) [Текст] : учебное пособие / Б. В. Покрепин. – Ростов н/Д : Феникс, 2016. – 605 с.

ОИ3 Ухин, Б.В. Гидравлические машины: насосы, вентиляторы, компрессоры и гидропривод [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б.В. Ухин. – Москва : Форум : ИНФРА-М, 2017. – 320 с. – Режим доступа:

<http://znanium.com/bookread2.php?book=780644> (ЭБС Znanium)

### Дополнительные источники (ДИ):

ДИ1 Бочарников, В.Ф. Справочник мастера по ремонту нефтегазового технологического оборудования (Том 1) [Электронный ресурс]: учебно-практическое пособие / В.Ф. Бочарников. – Москва: Инфра-Инженерия, 2015. – 576 с. – Режим доступа:

<http://znanium.com/bookread2.php?book=521189> (ЭБС Znanium)

ДИ2 Бочарников, В.Ф. Справочник мастера по ремонту нефтегазового технологического оборудования (Том 2) [Электронный ресурс]: учебно-практическое пособие / В.Ф. Бочарников. – Москва: Инфра-Инженерия, 2015. – 576 с. – Режим доступа:

<http://znanium.com/bookread2.php?book=521260> (ЭБС Znanium)

ДИ 3 Зварыгин, В. И. Буровые станки и бурение скважин [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. И. Зварыгин. – 2-е изд., стер. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. – 256 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=492008> (ЭБС Znanium)

ДИ 4 Нескоромных, В. В. Бурение скважин [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. В. Нескоромных. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2014. – 400 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=505664> (ЭБС Znanium)

ДИ 5 Олофинская, В.П. Детали машин. Краткий курс и тестовые задания [Текст] : учебное пособие / В.П.Олофинская. – Москва: Форум, 2013. – 240 с.

ДИ 6 Олофинская, В.П. Техническая механика. Курс лекций с вариантами практических и тестовых заданий [Текст] : учебное пособие / В.П.Олофинская. – Москва: Форум, 2013. – 352 с.

ДИ 7 Технология и техника бурения. В 2-х частях (Часть 1) Горные породы и буровая техника [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.С.Войтенко, А.Д.Смычкин и др.; под общ. ред. В.С. Войтенко. – Москва: ИНФРА-М; Минск: Новое знание, 2013. – 237 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=405029> (ЭБС Znanium)

ДИ 8 Технология и техника бурения. В 2-х частях (Часть 2) Технология бурения скважин [Электронный ресурс]: учебное пособие /В.С.Войтенко, А.Д.Смычкин и др.; под общ. ред. В.С.Войтенко. – Москва: ИНФРА-М; Минск: Новое знание, 2013. – 613с. – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=412195> (ЭБС Znanium)

Интернет-ресурсы (И-Р):

И-Р1 <http://www.alnas.ru/> – Официальный сайт группы компаний Римера

И-Р2 <http://burneft.ru/> – Бурение и нефть, Специализированный журнал

И-Р3 <http://www.drilling.ru/> – Современные технологии бурения

И-Р4 <http://www.ence-pumps.ru/> – Официальный сайт компании ООО "ЭНЦЕ инжиниринг"

И-Р5 <https://www.novomet.ru/> – Официальный сайт компании «Новомет»

И-Р6 <http://www.rg.ru> – Закон Российской Федерации от 21 февраля 1992 г. N 2395-1 " О недрах"

И-Р7 <http://sgm-oil.ru/> – Совет главных механиков нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий России и стран СНГ

И-Р8 <http://standartgost.ru/> – Открытая база ГОСТ

И-Р9 <http://uralmash-ngo.com/> – Официальный сайт "Уралмаш НГО Холдинг"

И-Р10 <http://www.vzbt.ru/> – Официальный сайт "Волгоградского завода буровой техники"

И-Р11 <http://web-mechanic.ru/> – Информационно-инженерный портал

## Приложения

### Приложение А

ГОСТ 16853-88 Канаты стальные талевые для эксплуатационного и глубокого разведочного бурения. Технические условия

Диаметр каната, мм	Площадь сечения, мм <sup>2</sup>	Масса 1 пог. м, кг/м	Разрывное усилие каната в целом, кН, при временном сопротивлении разрыву Н/мм <sup>2</sup> (кгс/мм <sup>2</sup> )			Диаметр проволок внешнего слоя, мм
			1570(160)	1670(170)	1770(180)	
Канат типа ЛК-РО 6х31 + 1 м.с.(1 + 6 + 6/6 + 12) + 7х7(1 + 6); 6х31 = 186 проволок						
25	300,64	2,66	400,5	426,0	451,0	1,60
28	376,50	3,38	502,0	533,0	564,5	1,80
32	475,75	4,20	634,5	673,5	713,0	2,00
35	564,13	5,05	752,0	799,0	846,0	2,20
38	672,50	5,98	896,5	952,5	1009,0	2,40
Канат типа ЛК-РО 6х31 + 1 о.с.(1 + 6 + 6/6 + 12) + 7х7(1 + 6); 6х31 = 186 проволок						
25	262,18	2,45	349,0	371,0	393,0	1,60
28	329,95	3,00	439,5	467,5	494,5	1,80
32	409,94	3,80	546,5	580,5	615,0	2,00
35	494,01	4,64	658,5	700,0	741,0	2,20
38	585,92	5,45	781,0	830,0	878,5	2,40

### Приложение Б

Выбор диаметра каната и шкивов в зависимости от оснастки

Условная глубина бурения, $H$ , м	2000	2500	3000	4000	5000
Номинальная грузоподъемность, $Q_{доп}$ , т	50	80	170	200	250
Наибольшая оснастка	4х5	4х5	5х6	5х6	6х7
Диаметр шкивов, $D_{ш}$ , мм	900	1080	1080	1140	1140
Диаметр талевого каната, $d_k$ , мм	25	28	28	32	32

### Приложение В

Классификация центробежных насосов по коэффициенту быстроходности

Тип насоса	Тихоходный	Нормальный	Быстроходный
Значение коэффициента быстроходности $n_s$	40 – 100	100 – 200	200 – 350

## Приложение Г

Значение угла наклона лопатки на выходе рабочего колеса

Коэффициент быстроходности, $n_s$	40	100	150	200
Угол наклона лопатки на выходе рабочего колеса, $\beta_2$	36	30	24	20