

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

Методические указания

по выполнению самостоятельной работы студентов

ОП.07. Технологическое оборудование

Раздел 2. Оборудование для добычи нефти и газа

специальность

15.02.01 Монтаж и техническая эксплуатация промышленного оборудования
(по отраслям)

Рассмотрены
предметной цикловой
комиссией СТД
Протокол № 1 от 10.09.2020г.
Председатель ПЦК Шарипова И.А. Шарипова

Утверждены
заседанием методсовета
Протокол № 1 от 17.09.2020г.
Председатель методсовета
Савватеева Н.И. Савватеева

Методические указания по выполнению самостоятельной работы студентов по Разделу 2. "Оборудование для добычи нефти и газа" ОП.07. Технологическое оборудование разработаны в соответствии с ФГОС по специальности среднего профессионального образования 15.02.01 Монтаж и техническая эксплуатация промышленного оборудования (по отраслям)

Организация-разработчик: Нефтеюганский индустриальный колледж (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Югорский государственный университет»

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

Содержание

	стр.
Пояснительная записка	4
1 Карта самостоятельной работы студента	6
2 Рекомендации по овладению навыками самостоятельной работы	8
2.1 Работа с конспектом лекции	8
2.2 Чтение основной и дополнительной литературы по курсу с графическим изображением приборов и машин	8
2.3 Работа над сообщением	8
2.4 Работа с электронными ресурсами в сети Интернет	8
2.5 Работа с нормативно-технической документацией	8
2.6 Составление сводной (обобщающей) и сравнительной таблиц	9
2.7 Подготовка к тестированию по теме	10
2.8 Выполнение практических работ	10
2.9 Решение задач	11
3 Методические указания по выполнению самостоятельной учебной работы	12
Список литературы	39

Пояснительная записка

Методические указания по выполнению самостоятельной работы студентов (далее – МУ) составлены в соответствии с рабочей программой УД Технологическое оборудование.

Содержание методических указаний соответствует требованиям Федерального государственного стандарта среднего профессионального образования по специальности 15.02.01 Монтаж и техническая эксплуатация промышленного оборудования (по отраслям).

Целью методических указаний является обеспечение эффективности самостоятельной работы обучающихся на основе организации их выполнения.

Задачами методических указаний по организации самостоятельной работы являются:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий на семинарах, на практических и лабораторных занятиях, при написании курсовых и выпускной квалификационной работ, для эффективной подготовки к итоговым зачетам и экзаменам.

Функциями методических указаний являются:

- определение содержания работы студентов по овладению программным материалом;
- установление требований к различным формам самостоятельной работы;
- формулирование рекомендаций для выполнения работы;
- оказание помощи в качественной подготовке к предстоящим занятиям;
- закрепление полученных знаний и навыков.

Методические указания состоят из карты самостоятельной работы студента, порядка выполнения самостоятельной работы студентом, методических указаний по выполнению самостоятельной учебной работы и списка рекомендуемой литературы.

В карте самостоятельной работы указаны наименования тем программы, по которым необходимо выполнить работы, задания для самостоятельного выполнения, методы контроля, количество часов и формируемые компетенции.

Для выполнения самостоятельной работы необходимо пользоваться конспектами занятий, учебной литературой, которая предложена в списке рекомендуемой литературы, Интернет-ресурсами или другими источниками по усмотрению студента.

Самостоятельная работа рассчитана на разные уровни мыслительной деятельности. Выполненная работа позволит отработать навыки решения типовых заданий, приобрести не только знания, но и умения, навыки, а также выработать свою методику подготовки к занятиям, что очень важно в дальнейшем процессе обучения.

Процесс организации самостоятельной работы студентов включает в себя следующие этапы:

- подготовительный (определение целей, составление карты СРС, подготовка методического обеспечения);
- основной (использование приемов поиска информации, усвоения, переработки, применения, передачи знаний, фиксирование результатов, самоорганизация процесса работы);
- заключительный (оценка значимости и анализ результатов, их систематизация).

При изучении тем УД предусматриваются следующие формы самостоятельной работы студента:

- формирование и усвоение содержания конспекта лекций, рекомендованной лектором учебной литературы, включая информационные образовательные ресурсы (электронные учебники, электронные библиотеки и др.);
- подготовка сообщения;
- работа с нормативно-технической документацией;
- выполнение учебно-исследовательской работы.

Контроль самостоятельной работы проводится преподавателем в аудитории.

Предусмотрены следующие методы контроля:

- устный опрос;
- тестирование;
- выполнение практической работы;
- проверка работ;
- взаимопроверка в группе.

Результаты контроля используются для оценки текущей успеваемости студентов. Оценка текущей успеваемости студентов выставляется преподавателем в журнал теоретического обучения.

Самостоятельная работа студентов организуется через следующие виды деятельности:

- составление таблиц;
- изучение механизмов;
- подготовка к практической работе;
- построение графиков и схем;
- подготовка сообщения по теме;
- подготовка к тесту по теме.

1. КАРТА САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА

№ работы	Наименование темы	Наименование самостоятельной работы	Метод контроля	Часы	ОК, ПК
42	Раздел 2. Оборудование для добычи нефти и газа <i>Тема 2.1. Насосы</i>	Составление конспекта по теме "Регулирование работы поршневых насосов".	Устный опрос	2	ОК 2,4,5 ПК 2.2
43		Графическое оформление практической работы № 19 "Определение режима работы насосной установки".	ПР № 19	2	ОК 2,3,4 ПК 2.2
44		Изучение конструкции и определение производительности роторных насосов. Составление схем.	Проверка работ	2	ОК 3,4,5 ПК 2.2
45		Расчетно-графическое оформление практической работы № 20 "Построение рабочей характеристики и определение рабочей точки насоса".	ПР № 20	2	ОК 2,3,4 ПК 2.2
46		Составление конспекта по теме "Регулирование параметров работы центробежного насоса".	Устный опрос	2	ОК 2,4,5 ПК 2.2
47		Изучение конструкции осевых, вихревых и струйных насосов. Составление схем.	Проверка работ	2	ОК 3,4,5 ПК 2.2
48		Подготовка к тестированию по теме "Насосы".	Тестирование	4	ОК 2,4,5 ПК 2.2
49	<i>Тема 2.2. Оборудование для эксплуатации скважин фонтанным и газлифтным способами</i>	Выбор и расчет насосно-компрессорных труб.	Решение задач	2	ОК 2,4,5 ПК 2.2
50		Изучение ГОСТ 51365-99 "Оборудование нефтепромысловое добычное устьевое. Общие технические условия". Испытание фонтанной арматуры. Составление таблиц.	Взаимопроверка в группе	2	ОК 4,5 ПК 1.2,1.3 ПК 2.2
51	<i>Тема 2.3. Оборудование для штанговой насосной эксплуатации скважин</i>	Насосные штанги: конструкция, условия работы. Составление схем.	Устный опрос	2	ОК 3,4,5 ПК 1.2
52		Расчет производительности и определение коэффициента подачи штанговых насосов.	Решение задач	2	ОК 2,4,5 ПК 2.2
53		Определение нагрузки на головку балансира, усилия в шатуне и мощности электродвигателя.	Решение задач	2	ОК 2,4,5 ПК 2.2

54		Подготовка к тестированию по теме "Оборудование для штанговой насосной эксплуатации скважин".	Тестирование	2	ОК 2,4,5 ПК 2.2
55	<i>Тема 2.4. Оборудование для бесштанговой насосной эксплуатации</i>	Расчет ЭЦН на прочность.	Решение задач	2	ОК 2,4,5 ПК 2.2
56	<i>Тема 2.5. Компрессоры</i>	Термодинамические процессы в компрессорах. Индикаторная диаграмма.	Устный опрос	2	ОК 3,4,5 ПК 2.2
57		Компрессорные станции. Составление схем.	Взаимопроверка в группе	2	ОК 3,4,5 ПК 1.2
58		Составление таблицы "Типы компрессоров и область их применения".	Проверка работ	2	ОК 3,4,5 ПК 2.2
59		Подготовка к тестированию по теме "Компрессоры".	Тестирование	2	ОК 2,4,5 ПК 2.2
60	<i>Тема 2.6. Оборудование для подземного ремонта скважин</i>	Классификация видов ремонтов и операций, проводимых в скважинах.	Проверка работ	2	ОК 3,4,5 ПК 2.2
61		Расчет основных узлов и деталей подъемника.	Решение задач	2	ОК 2,4,5 ПК 2.2
62	<i>Тема 2.7. Оборудование для интенсификации добычи нефти</i>	Расположение оборудования при промывке скважины.	Взаимопроверка в группе	2	ОК 3,4,5 ПК 2.2
63		Расположение оборудования при ГРП.	Взаимопроверка в группе	2	ОК 3,4,5 ПК 2.2
64		Расположение оборудования при соляно-кислотной обработке скважины.	Взаимопроверка в группе	2	ОК 3,4,5 ПК 2.2
65	<i>Тема 2.9. Оборудование для сбора, подготовки и транспортировки нефти</i>	Расчет трубопроводов на прочность.	Решение задач	2	ОК 3,4,5 ПК 1.3
66		Изучение источников загрязнения окружающей среды на различных месторождениях нефти и газа.	Устный опрос	3	ОК 2,4,5 ПК 2.2

2. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОВЛАДЕНИЮ НАВЫКАМИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

2.1 Работа с конспектом лекций

Работа с конспектом лекций заключается в том, что в период между очередными лекционными занятиями необходимо изучить материал конспекта: основные определения выучить, непонятные положения конспекта выделить и выяснить у преподавателя на следующем уроке или консультации по дисциплине. При необходимости, в конспект лекций могут быть внесены схемы, эскизы рисунков, другая дополнительная информация.

При изучении нового материала составляется конспект. Сжато излагается самое существенное в данном материале. Максимально точно записываются формулы, определения, чертятся схемы.

2.2 Изучение основной и дополнительной литературы с графическим изображением приборов и машин

Самостоятельная работа при изучении учебной литературы начинается с чтения конспекта материала, составленного при слушании лекции преподавателя. Полученную информацию необходимо осмыслить.

Рисунки и схемы необходимо выполнять аккуратно, с использованием чертежных инструментов. Все элементы рисунков и схем должны быть пронумерованы в порядке их расположения и расшифрованы.

2.3 Работа над сообщением

Сообщение должно содержать 3-5 листов печатного текста. Параметры шрифта: гарнитура шрифта – Times New Roman, кегль шрифта – 14 пунктов, цвет текста – авто (черный); параметры абзаца: выравнивание текста – по ширине страницы, отступ первой строки -1,25 см, межстрочный интервал – полуторный; поля: верхнее и нижнее поля – 20 мм, левое поле 30 мм, правое – 15 мм;

В сообщении раскрывается выбранная тема. При подготовке сообщения студент может обращаться к преподавателю за разъяснением непонятного материала.

Выполненная работа должна быть сдана преподавателю.

2.4 Работа с электронными ресурсами в сети Интернет

Поиск информации можно вести по автору источника, заглавию, виду издания, году издания или издательству. Также в сети Интернет доступна услуга по скачиванию методических указаний и учебных пособий, подбору необходимой учебной и научно-технической литературы.

2.5 Работа с нормативно-технической документацией

Работа с нормативно-технической документацией проводится для ознакомления с документами национальной системы стандартизации, а также в качестве подготовки к практическим работам.

1. Внимательно изучить содержание документа.

2. Определить условия или параметры оборудования, приспособлений или устройств, регламентируемые документом.

3. Определить зависимости между отдельными параметрами, указанными в документе.

4. Уметь ориентироваться в данном документе при выполнении практических работ.

2.6 Составление сводной (обобщающей) и сравнительной таблиц

Существует множество способов графической организации материала. Среди них самыми распространенными являются таблицы. *Таблица* – это графическая форма представления количественных показателей или терминологических описаний в предельно сжатой форме. Она строится на основании функциональных зависимостей каких-либо данных и потому может интерпретироваться и предоставлять новую информацию.

Требования к содержанию таблицы: выбор существенных характеристик предмета изучения; точная группировка материала; сопоставимость данных, их однородность; точность всех данных.

Требования к построению таблицы: понятность, ясность, доходчивость; логичность; краткость и четкость заголовков; лаконизм и экономичность.

Составление сводной (обобщающей) таблицы по теме – это вид самостоятельной работы студента по систематизации объемной информации, которая сводится (обобщается) в рамки таблицы.

Формирование структуры таблицы отражает склонность студента к систематизации материала и развивает его умения по структурированию информации. Краткость изложения информации характеризует способность к её свертыванию.

В рамках таблицы наглядно отображаются как разделы одной темы (одноплановый материал), так и разделы разных тем (многоплановый материал). Такие таблицы создаются как помощь в изучении большого объема информации, желая придать ему оптимальную форму для запоминания.

Составление сравнительных таблиц. Сравнение – это определение общего и различного в сравниваемых объектах. Данные сравнительные таблицы помогают увидеть обучающимся не только отличительные признаки объектов, но и позволяют быстрее и прочнее запоминать информацию. Данная работа позволяет развивать помимо умения работы с текстом, следующие умения: выделять ключевые слова; систематизировать необходимую информацию; анализировать, сравнивать и обобщать информацию; возникает потребность в поиске дополнительной информации.

1. Внимательно изучить литературу по данной теме.
2. Сформулировать вопросы для сравнения, по которым имеет смысл сопоставить изучаемые объекты.
3. Записать их в виде краткого плана в первую графу таблицы.
4. В графы №№ 2, 3 и т.д. записать сведения по каждому вопросу для сравнения.
5. Сформулировать выводы о сходстве или отличии того, что сравниваете.

Результаты сравнения (выводы) по каждому вопросу занести в последнюю графу таблицы.

Пример сравнительной таблицы

Графа № 1	Графа № 2	Графа № 3	Графа № 4
<i>Вопросы для сравнения</i>	<i>Объект сравнения № 1</i>	<i>Объект сравнения № 2</i>	<i>Результаты сравнения по каждому вопросу</i>
1.			
2.			
3. и т.д.			

Задание носит обязательный характер, а его качество оценивается по качеству знаний в процессе контроля.

Оформляется письменно.

2.7 Составление конспекта

Конспект - это последовательное, связное изложение материала книги или статьи в соответствии с ее логической структурой. *Конспектирование* начинают после прочтения (желательно – перечитывания) всего текста до конца, после того, как будет понятен общий смысл текста и его внутренние содержательно-логические взаимосвязи.

Основную часть конспекта составляют тезисы, но к ним добавляются и доказательства, факты и выписки, схемы и таблицы, а также заметки самого читателя по поводу прочитанного.

Если конспект состоит из одних выписок, он носит название *текстуальный конспект*. Это самый «не развивающий» вид конспекта, так как при его составлении мысль студента практически выключается из работы, и все дело сводится к механическому переписыванию текста.

Если содержание прочитанного представлено в основном в форме изложения, пересказа – это свободный конспект. Если из прочитанного в качестве основных выделяются лишь одна или несколько проблем, относящихся к теме, но не все содержание книги – *тематический конспект*.

Памятка-алгоритм по формированию умения конспектирования лекции

1. Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные слова. При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта;
2. Выделите главное, составьте план, если он не дан, самостоятельно выделите основные вопросы по ходу лекции, фиксируйте их в виде плана на полях слева;
3. Кратко сформулируйте основные положения текста, отметьте аргументацию автора;
4. Особое внимание обратите на правильную запись и выделение основных выводов по каждому пункту плана.
5. Законспектируйте материал, четко следуя пунктам плана. При конспектировании пишите самое важное короткими точными фразами, старайтесь выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно.
6. Грамотно записывайте цитаты. Цитируя, учитывайте лаконичность, значимость мысли.
7. Сформулируйте вопросы, возникшие при перечитывании конспекта и рекомендованной на лекции литературы.

В тексте конспекта желательно приводить не только тезисные положения, но и их доказательства. При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения. Мысли автора книги следует излагать кратко, заботясь о стиле и выразительности написанного. Число дополнительных элементов конспекта должно быть логически обоснованным, записи должны распределяться в определенной последовательности, отвечающей логической структуре произведения. Для уточнения и дополнения необходимо оставлять поля.

2.8 Выполнение практических работ

Практические работы выполняются в ученической тетради в клетку. На обложке тетради должны быть указаны название учебной дисциплины и индивидуальный вариант по списку в журнале.

При оформлении практической работы записывается: дата выполнения работы, наименование практической работы, цель работы и задания. Задания практической работы переписывать полностью.

Записи выполняются пастой черного или фиолетового цвета, четко и разборчиво.

При необходимости записи сопровождать схемами, рисунками, таблицами.

При выполнении расчетов, вначале записать формулу и затем числовые вычисления.

Выполнение расчетов и их запись должны носить последовательный характер. Не допускается подставлять в формулу значения какой-либо величины, а ниже производить ее вычисления.

Графическая часть практической работы выполняется аккуратно, с использованием чертежных инструментов.

Все рисунки и схемы должны быть пронумерованы в порядке их расположения и подписаны.

При оформлении заданий практической работы должна соблюдаться следующая последовательность:

1. Задание практической работы.
2. Исходные данные для решения задачи (единицы измерения перевести в систему СИ).
3. Изложение хода решения задачи с пояснениями.

2.9 Решение задач

Задача – это цель, заданная в определенных условиях, *решение задачи* – процесс достижения поставленной цели, поиск необходимых для этого средств.

Решение задачи фактически сводится к использованию сформированного мыслительного действия, воспроизводству готового знания. Такой вид мышления называют репродуктивным.

Алгоритм решения задач:

1. Внимательно прочитайте условие задания и уясните основной вопрос, представьте процессы и явления, описанные в условии.
2. Повторно прочтите условие для того, чтобы четко представить основной вопрос, проблему, цель решения, заданные величины, опираясь на которые можно вести поиски решения.
3. Произведите краткую запись условия задания.
4. Если необходимо составьте таблицу, схему, рисунок или чертёж.
5. Определите метод решения задания, составьте план решения.
6. Запишите основные понятия, формулы, описывающие процессы, предложенные заданной системой.
7. Найдите решение в общем виде, выразив искомые величины через заданные.
8. Проверьте правильность решения задания.
9. Произведите оценку реальности полученного решения.
10. Запишите ответ.

3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Самостоятельная работа № 42

Составление конспекта по теме "Регулирование работы поршневых насосов".

Методические указания

При выполнении данной работы необходимо руководствоваться п. 2.7 МУ. (Составление конспекта). Конспект должен содержать следующую информацию:

1. Параметры поршневого насоса, влияющие на величину подачи.
2. Способы изменения параметров насосов, влияющих на величину подачи и применяемые для этого устройства.
3. Возможность применения данных устройств в реальных условиях, их достоинства и недостатки.
4. Наиболее распространенные методы регулирования подачи поршневых и плунжерных насосов.

Критерии оценки:

Оценка «зачтено», если тема раскрыта полностью, смысловые части выделены правильно, конспект оформлен в соответствии с правилами оформления конспекта.

Оценка «незачтено», если тема раскрыта не полностью или работа не выполнена.

Самостоятельная работа № 43

Графическое оформление практической работы № 19 "Определение режима работы насосной установки".

Методические указания

При выполнении данной работы необходимо руководствоваться п. 2.8 МУ. (Выполнение практических работ).

1. Оформить практическую работу в соответствии требованиями к оформлению практических работ.

2. Изучить рекомендуемую литературу и МУ к практической работе, подготовиться к защите практической работы, ответив на вопросы:

- 2.1 Что такое характеристика поршневого насоса?
- 2.2 Какой линией задается характеристика поршневого насоса? Почему?
- 2.2 Каким образом получают характеристику поршневого насоса?
- 2.3 Как определяется режим работы насоса на трубопровод?
- 2.4 Как изменится подача поршневого насоса, если частота вращения вала насоса уменьшится?

2.5 Какие ее существуют способы регулирования подачи поршневого насоса?

Критерии оценки:

Оценка «зачтено», если график построен верно и сделаны выводы.

Оценка «не зачтено», если график построен неверно или работа не выполнена.

Самостоятельная работа № 44

Изучение конструкции и определение производительности роторных насосов. Составление схем.

Методические указания

При выполнении данной работы необходимо руководствоваться п. 2.2 МУ. (Изучение основной и дополнительной литературы с графическим изображением приборов и машин).

1. Изобразить в тетради схемы роторных насосов:
– шестеренного насоса;

- винтового насоса;
- пластинчатого насоса.
- 2. Для каждого вида насоса в тетради записать формулу определения его подачи.
- 3. Для каждого вида насоса указать его роторную и статорную системы.
- 4. Определить для каждого вида насоса его рабочую камеру.

Критерии оценки:

Оценка «зачтено», если обучающийся работу выполнил верно и в полном объеме.

Оценка «не зачтено», если обучающийся работу выполнил неверно или не в полном объеме, или работа не выполнена.

Самостоятельная работа № 45

Графическое оформление практической работы № 20 "Построение рабочей характеристики и определение рабочей точки насоса".

Методические указания

При выполнении данной работы необходимо руководствоваться п. 2.8 МУ. (Выполнение практических работ).

1. Оформить практическую работу в соответствии требованиями к оформлению практических работ.

2. Изучить рекомендуемую литературу и МУ к практической работе, подготовиться к защите практической работы , ответив на вопросы:

2.1 Что называется рабочей характеристикой насоса? Для чего она предназначена?

2.2 Как по универсальной характеристике определить экономичный режим работы насоса?

2.3 Где найти рабочую характеристику любого насоса на практике?

2.4 Что называется оптимальным режимом работы насоса?

2.5 На какой жидкости строится рабочая характеристика?

2.6 Как физические свойства жидкости влияют на параметры работы центробежных насосов?

2.7 Как изменяется рабочая характеристика при увеличении вязкости перекачиваемой жидкости?

3. Расшифруйте типоразмеры насоса Д 4000-95, ВШН 150х30, К-8/18.

Критерии оценки:

Оценка «зачтено», если график построен верно и сделаны выводы.

Оценка «не зачтено», если график построен неверно или работа не выполнена.

Самостоятельная работа № 46

Составление конспекта по теме "Регулирование параметров работы центробежного насоса".

Методические указания

При выполнении данной работы необходимо руководствоваться п. 2.7 МУ. (Составление конспекта). Конспект должен содержать следующую информацию:

1. Параметры центробежного насоса, влияющие на величину подачи.

2. Способы изменения параметров насосов, влияющих на величину подачи и применяемые для этого устройства.

3. Регулирование подачи центробежного насоса при постоянном числе оборотов, т.е. изменением характеристик системы.

4. Наиболее распространенные методы регулирования подачи центробежных насосов.

Критерии оценки:

Оценка «зачтено», если тема раскрыта полностью, смысловые части выделены правильно, конспект оформлен в соответствии с правилами оформления конспекта.

Оценка «не зачтено», если тема раскрыта не полностью или работа не выполнена.

Самостоятельная работа № 47

Изучение конструкции осевых, вихревых и струйных насосов. Составление схем.

Методические указания

При выполнении данной работы необходимо руководствоваться п. 2.2 МУ. (Изучение основной и дополнительной литературы с графическим изображением приборов и машин).

1. Изобразить в тетради схемы насосов:
 - осевого насоса;
 - вихревого насоса;
 - струйного насоса.
2. Отметить на схемах основные рабочие органы насосов.
3. Отметить тип насоса, который при одинаковых габаритах обладает:
 - наибольшим напором;
 - наибольшей подачей;
 - наименьшим коэффициентом полезного действия (КПД).
4. Ответить в тетради на следующие вопросы:
 - 4.1 Какой из рассматриваемых насосов относится к лопастным насосам?
 - 4.2 Какой из рассматриваемых насосов относится к насосам трения?
 - 4.3 В каких насосах отсутствуют движущиеся части?

Критерии оценки:

Оценка «зачтено», если обучающийся работу выполнил верно и в полном объеме.

Оценка «не зачтено», если обучающийся работу выполнил неверно или не в полном объеме, или работа не выполнена.

Самостоятельная работа № 48

Подготовка к тестированию по теме "Насосы".

Методические указания

При выполнении данной работы необходимо руководствоваться п. 2.1 МУ. (Работа с конспектом лекций).

1. Изучить указанную тему по записям в конспекте и учебнику.
2. Воспроизвести по памяти определения, выводы формул, формулировки основных положений и доказательств.
3. Ответить на контрольные вопросы:
 1. Как классифицируются насосы?
 2. Чем объемные насосы отличаются от динамических?
 3. Какие характерные особенности имеют объемные насосы? В чем заключаются их достоинства и недостатки?
 4. Какие характерные особенности имеют динамические насосы? В чем заключаются их достоинства и недостатки?
 5. Как классифицируются поршневые насосы?
 6. Принцип действия поршневого (плунжерного) насоса.
 7. Чем поршневые насосы отличаются от плунжерных?
 8. Конструкция поршневых и плунжерных насосов.
 9. Что такое воздушные колпаки? Для чего они предназначены?
 10. Где устанавливаются воздушные колпаки?
 11. Конструкция аксиально-плунжерного насоса и принцип его работы.
 12. Конструкция диафрагмового насоса и принцип его работы.
 13. Конструкция дозировочного насоса и принцип его работы.
 14. Чем роторные насосы отличаются от поршневых (плунжерных) и что между ними общего?

15. Принцип действия центробежного насоса.
16. Конструкция центробежного насоса.
17. Конструкция многосекционных центробежных насосов.
18. Уплотнения насосов. Их конструкция и долговечность.
19. Как определить коэффициент быстроходности колеса насоса?
20. Как влияет геометрия и класс рабочего колеса на быстроходность насоса?
21. Конструкция рабочего колеса центробежного насоса.
22. Виды рабочих колес (с односторонним и двусторонним входом, закрытые, полуоткрытые, осевого типа). Их конструкция, и сравнительная характеристика.
23. Как передается вращение от вала к рабочему колесу?
24. Сущность явления кавитации и ее влияние на насосы.
25. Основные средства предупреждения кавитации.
26. Причина возникновения осевого усилия в центробежных насосах.
27. Какие способы уравнивания осевого усилия применяются в центробежных насосах?
28. Конструкция и принцип действия гидравлической пяты в многосекционных насосах.
29. Как определяется КПД центробежных насосов? Сущность механических, гидравлических, дисковых и объемных потерь в центробежных насосах.
30. Что называется рабочей характеристикой? Для чего она предназначена?
31. Где найти рабочую характеристику любого насоса на практике?
32. Что называется оптимальным режимом работы насоса?
33. На какой жидкости строится рабочая характеристика?
34. Конструкция осевого насоса и принцип его работы.
35. Конструкция вихревого насоса и принцип его работы.
36. Конструкция струйного насоса и принцип его работы.

Критерии оценки:

Оценка «зачтено», если в результате тестирования по теме количество правильных ответов 60% и более;

Оценка «не зачтено», если в результате тестирования по теме количество правильных ответов менее 60%.

Самостоятельная работа № 49

Выбор и расчет насосно-компрессорных труб.

Методические указания

При выполнении данной работы необходимо руководствоваться п. 2.9 МУ. (Решение задач) и п. 2.8 МУ. (Выполнение практических работ).

1. Изучить теоретическую часть указанной темы по записям в конспекте и учебнику.

2. Решить задачу. Исходные данные принимаются из таблицы 49.1 в соответствии с вариантом. Номер варианта соответствует варианту при выполнении практических работ.

Задача. Для колонны насосно-компрессорных труб (НКТ) диаметром d и толщиной стенки s определить растягивающую критическую нагрузку, нарушающую работоспособность колонны, для случая равнопрочной колонны. Проверить возможность применения НКТ указанного диаметра для гидравлического разрыва пласта с давлением на устье скважины 29 МПа. Определить прочность колонны на совместное действие нагрузок в искривленной скважине глубиной L и радиусом искривления R .

Методика решения задачи.

2.1 Соппротивление труб осевым растягивающим нагрузкам определяется по формуле Яковлева-Шумилова. Для равнопрочной колонны расчет на прочность ведут по

телу трубы. Растягивающее усилие Q_T , при котором в теле трубы возникает напряжение, равное пределу текучести, определяется по формуле:

$$Q_T = \pi D s \sigma_T, \quad (49.1)$$

где D – средний диаметр трубы,

$$D = (D_H + D_B)/2,$$

D_H – наружный диаметр трубы;

D_B – внутренний диаметр трубы;

s – толщина стенки трубы;

σ_T – предел текучести материала трубы.

2.2 По таблицам 49.2 и 49.3 определить необходимые параметры для определения растягивающего усилия Q_T .

2.3 Внутреннее избыточное давление P_T , при котором наибольшее напряжение в трубах достигает предела текучести, определяется по формуле:

$$P_T = 0,875 \cdot \frac{2s\sigma_T}{D_B}, \quad (49.2)$$

где коэффициент 0,875 учитывает разностенность сечения трубы.

2.4 Условие прочности труб при внутреннем избыточном давлении определяют по условию:

$$P_{вн} \cdot n_T \leq P_T, \quad (49.3)$$

где n_T – коэффициент запаса прочности, $n_T = 1,32$.

2.5 Сделать вывод о возможности применения данной НКТ при гидроразрыве пласта.

2.6 Для тела трубы условие прочности между растягивающими σ_p и изгибающими $\sigma_{п}$ напряжениями определяется по формуле:

$$\sigma_p + \sigma_{п} \leq \sigma_T / n_T, \quad (49.4)$$

2.7 Растягивающие напряжения σ_p определяется по формуле:

$$\sigma_p = Q / (\pi D s), \quad (49.5)$$

где Q – осевая растягивающая сила, обусловленная весом колонны,

$$Q = L q_T,$$

L – глубина скважины;

q_T – вес одного метра трубы.

2.8 Изгибающее напряжение $\sigma_{п}$ определяется по формуле:

$$\sigma_{п} = \frac{E D_H}{2R}, \quad (49.6)$$

где E – модуль упругости материала НКТ, для стали $E = 2,1 \cdot 10^{11}$ Па;

R – радиус искривления скважины.

2.8 Сделать вывод о прочности колонны в данных условиях.

Критерии оценки:

1. Оценка «5», если данные задачи верно переведены в систему СИ, математические вычисления выполнены верно и сделаны выводы.

2. Оценка «4», если данные задачи верно переведены в систему СИ, математические вычисления выполнены с ошибкой и сделаны выводы.

3. Оценка «3», если данные задачи переведены в систему СИ с ошибкой, математические вычисления выполнены с ошибкой и сделаны выводы.

4. Оценка «2», если данные задачи переведены в систему СИ с ошибкой, математические вычисления выполнены с ошибкой и выводы не сделаны, или работа не выполнена.

Таблица 49.1 – Варианты заданий к самостоятельной работе № 49 по теме «Выбор и расчет насосно-компрессорных труб»

№ варианта	Группа прочности стали	Колонна труб, мм		Глубина скважины L , м	Радиус искривления скважины R , м
		Диаметр, d	Толщина стенки s		
1	Д	48	4,0	1250	55
2	Д	60	5,0	1300	60
3	Д	73	5,5	1450	45
4	Д	73	7,0	1500	30
5	Д	89	6,5	1800	65
6	Д	102	6,5	1670	85
7	Д	114	7,0	1800	70
8	К	48	4,0	1250	55
9	К	60	5,0	1300	60
10	К	73	5,5	1450	45
11	К	73	7,0	1500	30
12	К	89	6,5	1800	65
13	К	102	6,5	1670	85
14	К	114	7,0	1800	70
15	Е	48	4,0	1250	55
16	Е	60	5,0	1300	60
17	Е	73	5,5	1450	45
18	Е	73	7,0	1500	30
19	Е	89	6,5	1800	65
20	Е	102	6,5	1670	85
21	Е	114	7,0	1800	70
22	Л	48	4,0	1500	30
23	Л	60	5,0	1800	65
24	Л	73	5,5	1670	85
25	Л	73	7,0	1800	70

Таблица 49.2 – Размер труб с высаженными наружу концами типа В

Условный диаметр трубы, d , мм	Наружный диаметр, $D_{н2}$, мм	Толщина стенки, s , мм	Внутренний диаметр, $D_{в2}$, мм	Масса одного метра гладкой трубы, $m_г$, кг/м
27	26,7	3,0	20,7	1,8
33	33,4	3,5	26,4	2,6
42	42,2	3,5	35,2	3,3
48	48,3	4,0	40,3	4,4
60	60,3	5,0	50,3	6,8
73	73	5,5	62,0	9,2
		7,0	59,0	11,4
89	88,9	6,5	75,9	13,2
		8,0	72,9	16,0
102	101,6	6,5	88,6	15,2
114	114,3	7,0	100,3	18,5

Таблица 49.3 – Механические свойства сталей

Показатели	Группа прочности стали					
	Д	К	Е	Л	М	Р
Временное сопротивление, σ_B , МПа, не менее	655	687	699	758	862	1000
Предел текучести, σ_T , МПа, не менее	379	491	552	654	758	980

Самостоятельная работа № 50

Изучение ГОСТ 51365-99 "Оборудование нефтепромысловое добычное устьевое. Общие технические условия". Испытание фонтанной арматуры. Составление таблиц.

Методические указания

При выполнении данной работы необходимо руководствоваться п. 2.5 МУ. (Работа с нормативно-технической документацией) и п. 2.6 МУ. (Составление сводной таблицы).

1. Внимательно изучить пункт 3 ГОСТ 51365-99 "Термины и определения".
2. Зарисовать в тетрадь рисунок 2 ГОСТ 51365-99 – Наименование деталей и сборочных единиц фонтанного устьевого оборудования.
3. Обозначить на рисунке позиции и дать их расшифровку.
4. Изучить таблицу 1 ГОСТ 51365-99 – Основные параметры фонтанной арматуры.
5. Ответить на следующие вопросы.
 - 5.1 На какое оборудование распространяется область действия стандарта?
 - 5.2 Что регламентируется данным стандартом?
 - 5.3 Что такое крестовина?
 - 5.4 Что такое дроссель?
 - 5.5 Что такое обратный клапан?
 - 5.6 Какая арматура относится к запорной?
 - 5.7 Какие параметры фонтанной арматуры являются основными?
6. Выписать в тетради стандартный ряд рабочего давления фонтанной арматуры.
7. Выписать в тетради стандартный ряд условного прохода фонтанной арматуры.
8. Изучить пункт 4.6 ГОСТ 51365-99 "Требования к конструкции фонтанной арматуры".
9. Заполнить таблицу 50.1 – Испытательное давление деталей фонтанной арматуры – по образцу:

Рабочее давление, P_p , МПа	14	21	35	70	105	140
Пробное давление, $P_{пр}$, МПа	28					

10. Изучить Приложение Г ГОСТ 51365-99 – Шаблон для проверки соосности стволовых проходов. Ответить на вопрос:

10.1 К чему может привести нарушение соосности стволовых проходов фонтанной арматуры?

Критерии оценки:

Оценка «зачтено», если работа выполнена верно и в полном объеме.

Оценка «не зачтено», если работа выполнена не верно и не в полном объеме или работа не выполнена.

Самостоятельная работа № 51

Насосные штанги: конструкция, условия работы. Составление схем.

Методические указания

При выполнении данной работы необходимо руководствоваться п. 2.2 МУ. (Изучение основной и дополнительной литературы с графическим изображением приборов и машин).

1. Изобразить в тетради схемы штанги и муфты.
2. На схеме отметить следующие размеры:
 - диаметр по телу штанги d_0 ;
 - диаметр подэлеваторного бурта D_2 ;
 - размер квадрата под ключ $\square S$;
 - длина штанги L ;
 - наружный диаметр резьбы d ;
 - длина ниппеля l_1 ;
 - диаметр муфты D ;
 - длина муфты L_m ;
 - размер под ключ S_k .
3. Ответить на следующие вопросы:
 - 3.1 Для чего предназначены насосные штанги?
 - 3.2 Какие основные характеристики насосных штанг?
 - 3.3 По действию каких нагрузок и под воздействием какой среды работает колонна насосных штанг?
 - 3.4 Каким образом осуществляется соединение штанг в колонну?
 - 3.5 Какие материалы используют для изготовления штанг?
 - 3.6 Каким образом увеличивают долговечность насосных штанг? Какие виды термообработки применяются для этого?
 - 3.7 Для чего применяют шарнирные муфты для соединения колонны штанг?
 - 3.8 Для чего применяют полые штанги? Какова их конструкция?
 - 3.9 Какой тип резьбы применяется для свинчивания насосных штанг? Какой у нее профиль?
 - 3.10 Каким способом получают профиль резьбы на теле штанги?

Критерии оценки:

Оценка «зачтено», если обучающийся работу выполнил в полном объеме и на вопросы самостоятельной работы отвечает без помощи конспекта.

Оценка «не зачтено», если обучающийся на вопросы самостоятельной работы не может ответить без помощи конспекта или работа не выполнена.

Самостоятельная работа № 52

Расчет производительности и определение коэффициента подачи штанговых насосов.

Методические указания

При выполнении данной работы необходимо руководствоваться п. 2.9 МУ. (Решение задач) и п. 2.8 МУ. (Выполнение практических работ).

1. Изучить теоретическую часть указанной темы по записям в конспекте и учебнику.
2. Решить задачу. Исходные данные принимаются из таблицы 52.1 в соответствии с вариантом. Номер варианта соответствует варианту при выполнении практических работ.

Задача. Определить производительность и коэффициент подачи штанговой глубинной насосной установки (ШГНУ) по следующим данным:

- глубина спуска насоса L , м;
- диаметр плунжера $D_{пл}$, мм;

- диаметр штанг $d_{шт}$, мм;
- диаметр насосно-компрессорных труб (НКТ) $D_{тр}$, мм;
- плотность жидкости $\rho_{ж}$, кг/м³;
- длина хода точки подвеса штанг S_a , м;
- число качаний n , мин⁻¹,
- высота столба жидкости над плунжером h_g , м;
- буферное давление $P_{буф}$, МПа.

Методика решения задачи.

2.1 Фактическую производительность ШГНУ по теории Юрчука А. М. определяют по формуле:

$$Q_{\phi}^i = 1440 \cdot F_{пл} \cdot n \cdot \left[S_a - (\lambda_{шт} + \lambda_{тр}) + \frac{225 \cdot L^2 \cdot n^2 \cdot S_a}{10^{12}} \right], \text{ м}^3/\text{сут.}, \quad (52.1)$$

где $F_{пл}$ – площадь поперечного сечения плунжера;

n – число качаний в минуту;

S_a – длина хода точки подвеса штанг;

$\lambda_{шт}$, $\lambda_{тр}$ – удлинение насосных штанг и труб от веса столба жидкости;

L – глубина спуска насоса.

2.2 Определить площадь поперечного сечения НКТ по металлу $f_{тр}$, площадь поперечного сечения штанг $f_{шт}$ и площадь поперечного сечения плунжера $F_{пл}$.

2.3 Определить вес столба жидкости над плунжером, высотой, равной h_g , с учётом буферного давления $P_{буф}$ по формуле:

$$P_{ж} = F_{пл} \cdot (h_g \cdot \rho_{ж} \cdot g + P_{буф}), \quad (52.2)$$

где h_g – высота столба жидкости над плунжером;

$P_{буф}$ – буферное давление

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

2.4 Определить удлинение насосных штанг и труб от веса столба жидкости по формуле:

$$\lambda_{шт} + \lambda_{тр} = \frac{P_{ж} \cdot L}{E} \cdot \left(\frac{1}{f_{шт}} + \frac{1}{f_{тр}} \right), \quad (52.3)$$

где E – модуль упругости материала НКТ и штанг, для стали $E = 2,1 \cdot 10^{11} \text{ Па}$.

2.5 Подставив заданные и найденные данные в формулу (52.1), определить фактическую производительность ШГНУ Q_{ϕ} .

2.6 Определить теоретическую производительность ШГНУ по формуле:

$$Q_T = 1440 \cdot F_{пл} \cdot n \cdot S_a. \quad (52.4)$$

2.7 Определить коэффициент подачи η по формуле:

$$\eta = \frac{Q_{\phi}}{Q_T}. \quad (52.5)$$

2.8 По коэффициенту подачи сделать вывод, почему фактическая производительность ШГНУ Q_{ϕ} меньше теоретической Q_T .

Критерии оценки:

1. Оценка «5», если данные задачи верно переведены в систему СИ, математические вычисления выполнены верно и сделаны выводы.

2. Оценка «4», если данные задачи верно переведены в систему СИ, математические вычисления выполнены с ошибкой и сделаны выводы.

3. Оценка «3», если данные задачи переведены в систему СИ с ошибкой, математические вычисления выполнены с ошибкой и сделаны выводы.

4. Оценка «2», если данные задачи переведены в систему СИ с ошибкой, математические вычисления выполнены с ошибкой и выводы не сделаны, или работа не выполнена.

Таблица 52.1 – Варианты заданий к самостоятельной работе № 52 по теме «Расчет производительности и определение коэффициента подачи штанговых насосов»

Номер варианта	$D_{тр}$, мм	$D_{пл}$, мм	$d_{шт}$, мм	L , м	S_a , м	h_g , м	n , мин ⁻¹	$\rho_{ж}$, кг/м ³	$P_{буф}$, МПа
1	60	32	19	1500	1,8	1420	12	810	0,5
2	73	38	22	1600	2,1	1550	9	820	0,6
3	89	43	22	1400	2,5	1370	10	830	0,7
4	102	56	25	1100	2,1	1050	15	840	0,8
5	114	68	25	900	3,0	880	12	850	1,0
6	60	38	16	1300	2,1	1260	9	860	1,1
7	73	43	22	1350	2,5	1300	5	870	1,2
8	89	56	19	1000	3,0	960	9	880	1,3
9	102	68	25	700	3,5	670	12	890	1,4
10	114	93	25	800	3,5	750	12	900	1,5
11	60	28	16	1700	1,8	1600	15	850	0,4
12	73	32	16	1600	2,1	1550	15	830	0,5
13	89	38	16	1500	2,5	1440	12	840	0,6
14	102	43	19	1300	3,0	1280	15	850	0,7
15	114	56	22	1100	2,5	1060	9	880	0,8
16	60	32	16	1400	2,1	1340	6	820	1,7
17	73	56	19	1020	2,5	1000	12	840	0,9
18	89	32	19	1550	2,5	1500	9	860	0,8
19	102	38	22	1450	3,0	1400	15	880	0,7
20	114	43	22	1350	3,5	1300	12	900	1,1
21	60	38	19	1400	1,8	1350	15	850	0,8
22	73	43	19	1300	2,1	1260	12	860	0,9
23	89	56	22	1050	2,5	1000	12	870	1,1
24	102	68	25	850	3,5	800	9	880	1,2
25	114	93	25	700	3,5	650	12	890	1,3

Самостоятельная работа № 53

Определение нагрузки на головку балансира, усилия в шатуне и мощности электродвигателя.

Методические указания

При выполнении данной работы необходимо руководствоваться п. 2.9 МУ. (Решение задач) и п. 2.8 МУ. (Выполнение практических работ). При выполнении данной самостоятельной работы используются результаты вычислений, полученные при выполнении самостоятельной работы № 52 "Расчет производительности и определение коэффициента подачи штанговых насосов".

1. Изучить теоретическую часть указанной темы по записям в конспекте и учебнику.
2. Решить задачу. Исходные данные принимаются из таблиц 52.1 и 53.1 в соответствии с вариантом. Номер варианта соответствует варианту при выполнении практических работ.

Задача. Определить максимальную нагрузку на головку балансира станка-качалки по известным теориям и сравнить полученные результаты. Исходные данные:

- глубина спуска насоса L , м;
- диаметр плунжера $D_{пл}$, мм;
- диаметр штанг $d_{шт}$, мм;
- диаметр насосно-компрессорных труб (НКТ) $D_{тр}$, мм;
- плотность жидкости $\rho_{ж}$, кг/м³;
- длина хода точки подвеса штанг S_a , м;
- число качаний n , мин⁻¹;
- высота столба жидкости над плунжером h_g , м;
- буферное давление $P_{буф}$, МПа.

Методика решения задачи.

2.1 По исследованиям Адонина А.Н. граница между статическими и динамическими режимами зависит от режима откачки жидкости, характеризующийся параметром Коши μ , который определяется по формуле:

$$\mu = \frac{\omega \cdot L}{a}, \quad (53.1)$$

где ω – угловая скорость вращения кривошипа,
 L – глубина спуска насоса;
 a – скорость распространения звука в материале штанг, для одномерной колонны штанг $a = 4600$ м/с.

2.2 Определить угловую скорость вращения кривошипа по формуле:

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30}. \quad (53.2)$$

2.3 По формуле (53.1) вычислить параметр Коши μ и определить режим. При $\mu \leq 0,45$ – режим считается статическим; при $\mu > 0,45$ – режим считается динамическим.

2.4 Максимальная нагрузка по статической теории (формула Муравьева И.М.) определяется по формуле:

$$P^I_{\max} = P_{ж} + P_{шт} \cdot (b + m), \quad (53.3)$$

где $P_{ж}$ – вес столба жидкости над плунжером (данные берутся из самостоятельной работы № 52);

$P_{шт}$ – вес штанг в воздухе;

b – коэффициент облегчения штанг в жидкости;

m – фактор динамичности.

2.5 Определить вес штанг в воздухе $P_{шт}$ по формуле:

$$P_{шт} = q_{шт} \cdot L \cdot g, \quad (53.4)$$

где $q_{шт}$ – масса одного погонного метра штанги с муфтой;

g – ускорение свободного падения, $g = 9,81$ м/с².

2.6 Определить коэффициент облегчения штанг в жидкости b по формуле:

$$b = 1 - \frac{\rho_{ж}}{\rho_{шт}}, \quad (53.5)$$

где $\rho_{ж}$ – плотность жидкости;

$\rho_{шт}$ – плотность материала штанг, для стали $\rho_{шт} = 7850$ кг/м³.

2.7 Определить фактор динамичности m по формуле:

$$m = \frac{S_a \cdot n^2}{1440}, \quad (53.6)$$

где S_a – длина хода точки подвеса штанг;

n – число качаний в минуту.

2.8 Подставив заданные и найденные данные в формулу (53.3), определить максимальную нагрузку P^I_{\max} .

2.9 Максимальная нагрузка P^{II}_{\max} по упрощенным Адониным А.Н. формулам Вирновского А.С. определяется по формуле:

$$P''_{\max} = P_{\text{ж}} + P'_{\text{шт}} + 0,011 \cdot \frac{D_{\text{пл}}}{d_{\text{шт}}} \cdot n \cdot P_{\text{шт}} \cdot \sqrt{\varphi \cdot S_{\alpha} - \lambda_{\text{шт}}} + 1000, \quad (53.7)$$

где $P'_{\text{шт}}$ – вес колонны штанг в жидкости;

$D_{\text{пл}}$ - диаметр плунжера;

$d_{\text{шт}}$ - диаметр штанг;

φ – коэффициент отношения площадей поперечного сечения НКТ по металлу и штанг;

$\lambda_{\text{шт}}$ – удлинение штанг от веса столба жидкости.

2.10 Определить вес колонны штанг в жидкости $P'_{\text{шт}}$ по формуле:

$$P'_{\text{шт}} = L \cdot g \cdot (q_{\text{шт}} - \rho_{\text{ж}} \cdot f_{\text{шт}}), \quad (53.8)$$

где $f_{\text{шт}}$ – площадь поперечного сечения штанг.

2.11 Определить коэффициент отношения площадей поперечного сечения НКТ по металлу и штанг φ по формуле:

$$\varphi = \frac{f_{\text{тр}}}{f_{\text{тр}} + f_{\text{шт}}}, \quad (53.9)$$

где $f_{\text{тр}}$ – площадь поперечного сечения НКТ по металлу.

2.12 Определить удлинение штанг от веса столба жидкости $\lambda_{\text{шт}}$ по формуле:

$$\lambda_{\text{шт}} = \frac{P_{\text{ж}} \cdot L}{E \cdot f_{\text{шт}}}, \quad (53.10)$$

где E – модуль упругости материала штанг, для стали $E = 2,1 \cdot 10^{11}$ Па.

2.13 Подставив заданные и найденные данные в формулу (53.7), определить максимальную нагрузку P''_{\max} .

2.14 Максимальная нагрузка P'''_{\max} на основе динамической теории по формуле Чарного И.А. определяется:

$$P'''_{\max} = P_{\text{ж}} + P_{\text{шт}} \cdot \left[b + \frac{S_{\alpha} \cdot n}{1800} \cdot \frac{\text{tg} \mu}{\mu} \right], \quad (53.11)$$

где $\frac{\text{tg} \mu}{\mu}$ – коэффициент, учитывающий вибрацию штанг.

2.15 Определить коэффициент, учитывающий вибрацию штанг $\frac{\text{tg} \mu}{\mu}$. При этом

учесть, что параметр Коши μ , определяемый по формуле (53.1) имеет размерность в радианах.

2.16 Подставив заданные и найденные данные в формулу (53.11), определить максимальную нагрузку P'''_{\max} .

2.17 Сравнить полученные значения P^I_{\max} , P''_{\max} и P'''_{\max} . Сделать выводы.

Критерии оценки:

1. Оценка «5», если данные задачи верно переведены в систему СИ, математические вычисления выполнены верно и сделаны выводы.

2. Оценка «4», если данные задачи верно переведены в систему СИ, математические вычисления выполнены с ошибкой и сделаны выводы.

3. Оценка «3», если данные задачи переведены в систему СИ с ошибкой, математические вычисления выполнены с ошибкой и сделаны выводы.

4. Оценка «2», если данные задачи переведены в систему СИ с ошибкой, математические вычисления выполнены с ошибкой и выводы не сделаны, или работа не выполнена.

Таблица 53.1 – Основные параметры насосных штанг по ГОСТ 13877-80

Номинальный диаметр штанги, мм	Масса 8 м штанги, кг	Масса 1 п.м штанги с муфтой, кг/м	Диаметр муфты с "лыской", мм
12	7,26	0,93	26
16	12,93	1,67	36
19	18,29	2,35	42
22	24,50	3,15	46
25	31,65	4,10	55

Самостоятельная работа № 54

Подготовка к тестированию по теме "Оборудование для штанговой насосной эксплуатации скважин".

Методические указания

При выполнении данной работы необходимо руководствоваться п. 2.1 МУ. (Работа с конспектом лекций).

1. Изучить указанную тему по записям в конспекте и учебнику.
2. Воспроизвести по памяти определения, выводы формул, формулировки основных положений и доказательств.
3. Ответить на контрольные вопросы:
 - 3.1 Схема расположения оборудования ШГНУ, назначение узлов.
 - 3.2 Конструкция невставных скважинных насосов.
 - 3.3 Конструкция вставных скважинных насосов.
 - 3.4 Где в насосе расположен узел нагнетательного клапана?
 - 3.5 Назначение и виды плунжеров.
 - 3.6 От чего зависит зазор между плунжером и цилиндром?
 - 3.7 Как обрабатывается рабочая поверхность плунжера и цилиндра?
 - 3.8 Режим работы скважинного насоса, динамограмма, деформация штанг.
 - 3.9 Подача скважинных штанговых насосов, коэффициент подачи.
 - 3.10 Условия работы штанг, причины обрыва.
 - 3.11 Назначение узлов станка-качалки.
 - 3.12 Кинематическая схема станка-качалки.
 - 3.13 Нагрузки в точке подвеса штанг.
 - 3.14 Что такое кинематическое совершенство станка-качалки?
 - 3.15 Назначение и сущность грузового уравнивания.
 - 3.16 От чего зависит мощность двигателя станка-качалки?
 - 3.17 КПД штанговой насосной установки.
 - 3.18 Типы и конструкции редукторов станков-качалок.
 - 3.19 Конструкции балансирных станков-качалок.
 - 3.20 Как проверить правильность уравнивания станка-качалки.
 - 3.21 Как смазывать шарнирные и подшипниковые узлы.
 - 3.22 Натяжение ремней клиноременной передачи.
 - 3.23 Регулирование параметров работы станка-качалки.
 - 3.24 Конструкция канатной подвески.
 - 3.25 Назначение и конструкция устьевого оборудования.

Критерии оценки:

Оценка «зачтено», если в результате тестирования по теме количество правильных ответов 60% и более;

Оценка «не зачтено», если в результате тестирования по теме количество правильных ответов менее 60%.

Расчет ЭЦН на прочность.

Методические указания

При выполнении данной работы необходимо руководствоваться п. 2.9 МУ. (Решение задач) и п. 2.8 МУ. (Выполнение практических работ).

1. Изучить теоретическую часть указанной темы по записям в конспекте и учебнику.

2. Решить задачу. Исходные данные принимаются из таблиц 55.1 в соответствии с вариантом. Номер варианта соответствует варианту при выполнении практических работ.

Задача. Рассчитать корпус насоса ЭЦН на прочность при следующих исходных данных:

- наружный диаметр корпуса насоса D_k^H , мм;
- толщина стенки корпуса насоса δ_k , мм;
- плотность добываемой жидкости $\rho_{ж}$, кг/м³;
- напор насоса H , м;
- масса погружного агрегата (насос, гидрозащита, двигатель, кабель ниже насоса)

G , кг.

Методика решения задачи.

2.1 Определить внутренний диаметр корпуса D_k^B по формуле:

$$D_k^B = D_k^H - 2 \cdot \delta_k, \quad (55.1)$$

где D_k^H – наружный диаметр корпуса насоса,

δ_k – толщина стенки корпуса насоса.

2.2 Определить наружный $d_{на}^H$ и внутренний $d_{на}^B$ диаметры направляющего аппарата по формулам:

$$\begin{aligned} d_{на}^H &= D_k^B, \\ d_{на}^B &= d_{на}^H - 2 \cdot b, \end{aligned} \quad (55.2)$$

где $b = 2,5 \dots 3$ мм.

2.3 Определить площади поперечного сечения корпуса насоса и направляющего аппарата по формулам:

$$\begin{aligned} F_k &= 0,785 \cdot [(D_k^H)^2 - (D_k^B)^2], \\ F_{на} &= 0,785 \cdot [(d_{на}^H)^2 - (d_{на}^B)^2], \end{aligned} \quad (55.3)$$

2.4 Определить предварительную затяжку пакета ступеней $Q_{зат}$ с учетом коэффициента запаса прочности верхнего стыка по формуле:

$$Q_{зат} = \pi \cdot k \cdot \rho_{ж} \cdot g \cdot H \cdot r_{вн}^2 \cdot \left[1 - \frac{E_k \cdot F_k}{2 \cdot (E_k \cdot F_k + E_{на} \cdot F_{на})} \right], \quad (55.4)$$

где k – коэффициент запаса прочности стыка, $k = 1,35 \dots 1,45$;

$\rho_{ж}$ – плотность добываемой жидкости;

g – ускорение свободного падения, $g = 9,81$ м/с²;

H – напор насоса;

$r_{вн}$ – внутренний радиус корпуса;

$E_k, E_{на}$ – модули упругости материалов корпуса и направляющего аппарата,

та,

для стали $E = 2,1 \cdot 10^{11}$ Па, для чугуна $E = 1,45 \cdot 10^{11}$ Па, для полиамидной смолы $E = 1,1 \cdot 10^{10}$ Па.

2.5 Полная нагрузка, действующая на корпус, складывается из усилия предварительной затяжки и дополнительного усилия, возникающего при работе насоса.

Общее усилие, действующее вдоль оси корпуса насоса, определяют по формуле:

$$Q = Q_{зат} + Q_{доп} + \pi \cdot \rho_{ж} \cdot g \cdot H \cdot r_{вн}^2 + G \cdot g, \quad (55.5)$$

где $Q_{доп}$ – дополнительное усилие на корпус от гидростатического давления столба

жидкости;

G – масса погружного агрегата.

2.6 Определить дополнительное усилие на корпус от гидростатического давления столба жидкости $Q_{\text{доп}}$ по формуле:

$$Q_{\text{доп}} = \frac{\pi \cdot \rho_{\text{ж}} \cdot g \cdot H \cdot r_{\text{вн}}^2 \cdot E_{\text{к}} \cdot F_{\text{к}}}{2 \cdot (E_{\text{к}} \cdot F_{\text{к}} + E_{\text{на}} \cdot F_{\text{на}})} . \quad (55.6)$$

2.7 Подставив заданные и найденные данные в формулу (55.5), определить общее усилие, действующее вдоль оси корпуса насоса Q .

2.8 Определить площадь опасного сечения корпуса (по наружному диаметру внутренней резьбы) $F_{\text{к}}'$ по формуле:

$$F_{\text{к}}' = 0,785 \cdot [(D_{\text{к}}^{\text{н}})^2 - (D_{\text{к}}^{\text{в}} + h_{\text{р}})^2] , \quad (55.7)$$

где $h_{\text{р}}$ – высота резьбы в месте внутренней проточки, $h_{\text{р}} = 1,8$ мм.

2.9 Определить толщину стенки корпуса S в опасном сечении по формуле:

$$S = \delta_{\text{к}} - h_{\text{р}} . \quad (55.8)$$

2.10 Определить осевое напряжение σ_z в опасном верхнем сечении корпуса по формуле:

$$\sigma_z = \frac{Q}{F_{\text{к}}'} . \quad (55.9)$$

2.11 Определить тангенциальное напряжение σ_t в опасном сечении корпуса по формуле:

$$\sigma_t = \frac{\rho_{\text{ж}} \cdot g \cdot H \cdot r_{\text{вн}}}{S} - \mu \cdot \frac{Q_{\text{зат}}}{F_{\text{к}}'} , \quad (55.10)$$

где μ – коэффициент Пуассона, для стали $\mu = 0,24 \dots 0,28$.

2.12 Определить эквивалентное напряжение $\sigma_{\text{экв}}$ по энергетической теории прочности по формуле:

$$\sigma_{\text{экв}} = \sqrt{\sigma_z^2 + \sigma_t^2} - \sigma_z \cdot \sigma_t . \quad (55.11)$$

2.13 Определить коэффициент запаса прочности корпуса насоса n по формуле:

$$n = \frac{\sigma_{\text{т}}}{\sigma_{\text{экв}}} , \quad (55.12)$$

где $\sigma_{\text{т}}$ – предел текучести материала корпуса насоса (см. таблицу 55.2).

2.14 Сделать вывод о прочности корпуса насоса, сравнив полученный коэффициент запаса прочности n с допусаемым $[n]$:

$$n \geq [n] , \quad (55.13)$$

где $[n] = 1,2 \dots 1,3$.

Критерии оценки:

1. Оценка «5», если данные задачи верно переведены в систему СИ, математические вычисления выполнены верно и сделаны выводы.

2. Оценка «4», если данные задачи верно переведены в систему СИ, математические вычисления выполнены с ошибкой и сделаны выводы.

3. Оценка «3», если данные задачи переведены в систему СИ с ошибкой, математические вычисления выполнены с ошибкой и сделаны выводы.

4. Оценка «2», если данные задачи переведены в систему СИ с ошибкой, математические вычисления выполнены с ошибкой и выводы не сделаны, или работа не выполнена.

Таблица 55.1 – Варианты заданий к самостоятельной работе № 55

Номер варианта	D_k^H , мм	δ_k , мм	$\rho_{ж}$, кг/м ³	H , м	G , кг	Материал направляющего аппарата	Материал корпуса, сталь
1	92	5,5	935	700	810	чугун	15X
2	92	6,0	930	720	820	чугун	20X
3	92	6,5	925	740	830	чугун	30X
4	92	7,0	920	760	840	п. смола	35X
5	103	5,5	915	780	850	п. смола	38XA
6	103	6,0	910	800	860	п. смола	40X
7	103	6,5	905	820	870	чугун	45X
8	114	5,0	900	840	880	п. смола	50X
9	114	5,5	895	860	890	чугун	38XA
10	114	6,0	890	880	900	п. смола	30XГТ
11	114	6,5	885	900	910	чугун	30XМА
12	114	7,0	880	920	920	п. смола	30XГТ
13	92	5,0	875	940	930	чугун	50X
14	92	5,5	870	960	940	п. смола	45X
15	92	6,0	865	980	950	чугун	40X
16	92	6,5	860	1000	960	чугун	38XA
17	92	7,0	855	1020	970	п. смола	35X
18	103	5,0	850	1040	980	п. смола	30X
19	103	5,5	845	1060	990	чугун	20X
20	103	6,0	840	1080	1000	п. смола	40XН
21	103	6,5	835	1100	1010	чугун	45X
22	114	5,5	830	1120	1020	п. смола	40X
23	114	6,0	825	1140	1030	чугун	35X
24	114	6,5	820	1160	1040	п. смола	30X
25	114	7,0	815	1180	1050	чугун	38XA

Таблица 55.2 – Механические свойства легированных конструкционных сталей

Марка стали ГОСТ 1050	Предел текучести σ_T , МПа	Марка стали ГОСТ 1050	Предел текучести σ_T , МПа
15X	195	45X	315
20X	195	50X	590
30X	420	38XA	540
35X	490	30XГТ	685
38XA	590	40XН	785
40X	800		

Самостоятельная работа № 56

Термодинамические процессы в компрессорах. Индикаторная диаграмма.

Методические указания

При выполнении данной работы необходимо руководствоваться п. 2.2 МУ. (Изучение основной и дополнительной литературы с графическим изображением приборов и машин).

1. Изобразить в тетради индикаторную диаграмму идеального цикла поршневого компрессора простого действия.

2. Описать в тетради процессы, происходящие в компрессоре, соответствующие каждому участку диаграммы. Отметить параметры состояния газа в компрессоре (давление P , температура T и объем V), которые изменяются при протекании этих процессов или остаются неизменными.

3. Изобразить на диаграмме кривые, характеризующие сжатие газа в компрессоре:
– при изотермическом процессе;
– при адиабатическом процессе.

Отметить параметры состояния газа в компрессоре (давление P , температура T и объем V), которые изменяются при протекании этих процессов или остаются неизменными.

4. Письменно в тетради ответить на следующие вопросы:

4.1 Какие допущения принимаются при рассмотрении идеального цикла поршневого компрессора?

4.2 При каком процессе происходит сжатие газа в поршневом компрессоре?

4.3 Какие линии на диаграмме не изображают термодинамические процессы и почему?

4.4 Как по диаграмме определить работу компрессора, затрачиваемую на сжатие газа?

4.5 Какой процесс сжатия газа наиболее выгоден и почему?

Критерии оценки:

Оценка «зачтено», если обучающийся работу выполнил в полном объеме и на вопросы самостоятельной работы отвечает без помощи конспекта.

Оценка «не зачтено», если обучающийся на вопросы самостоятельной работы не может ответить без помощи конспекта или работа не выполнена.

Самостоятельная работа № 57

Компрессорные станции. Составление схем.

Методические указания

При выполнении данной работы необходимо руководствоваться п. 2.2 МУ. (Изучение основной и дополнительной литературы с графическим изображением приборов и машин).

1. Изобразить в тетради схему оборудования компрессорной станции. Схема должна содержать:

- компрессоры (не менее двух);
- оборудование для подготовки газа перед подачей в компрессоры;
- оборудование для очистки и охлаждения газа после первой и второй ступеней нагнетания;
- емкости для сбора конденсата;
- насосную станцию для отбора конденсата;
- емкости со сжатым воздухом и вспомогательными компрессорами для запуска основных компрессоров;
- градирни с емкостью, насосной и расширительным баком с насосом горячего цикла;
- емкости и насосы маслохозяйства.

2. На линиях трубопроводов схемы стрелками обозначить направление движения газа от поступления его на компрессорную станцию до выхода с компрессорной станции к потребителю.

Критерии оценки:

Оценка «зачтено», если работа выполнена в полном объеме.

Оценка «не зачтено», если работа выполнена не в полном объеме, или работа не выполнена.

Самостоятельная работа № 58

Составление таблицы "Типы компрессоров и область их применения".

Методические указания

При выполнении данной работы необходимо руководствоваться п. 2.6 МУ. (Составление сводной таблицы).

1. Определить основные типы компрессоров.
2. Для каждого типа компрессоров определить, в какой области нефтяной промышленности он применяется и какие функции выполняет. и какие технические характеристики у применяемых компрессоров.
3. Заполнить сводную таблицу по образцу:

Таблица 58.1 – Применение компрессоров в нефтяной промышленности.

Тип компрессора	Область применения и выполняемые функции	Технические характеристики компрессора.
1	2	3
Винтовой	Нагнетание воздуха в пневмосистему управления буровой установки	Производительность 5...7м ³ /мин; Давление около 1 МПа
	Транспортирование газа	Производительность 0,2 м ³ /с; Давление около 0,5 МПа
	Для привода устройств с пневматическими двигателями, для снабжения сжатым воздухом средств КИП и автоматики, для испытания оборудования опрессовкой, для строительного и дорожного инструмента	Производительность от 0,05 до 0,5 м ³ /с; Давление около 0,4...0,8 МПа

4. Привести в пример марки компрессоров, применяемых в нефтяной промышленности и дать их расшифровку.

Критерии оценки:

Оценка «зачтено», если таблица заполнена верно, и работа выполнена в полном объеме.

Оценка «не зачтено», если таблица заполнена не верно, или работа не выполнена.

Самостоятельная работа № 59

Подготовка к тестированию по теме "Компрессоры".

Методические указания

При выполнении данной работы необходимо руководствоваться п. 2.1 МУ. (Работа с конспектом лекций).

1. Изучить указанную тему по записям в конспекте и учебнику.
2. Воспроизвести по памяти определения, выводы формул, формулировки основных положений и доказательств.
3. Ответить на контрольные вопросы:

- 3.1 Область применения компрессорного оборудования в нефтяной промышленности.
- 3.2 Принцип действия поршневого компрессора.
- 3.3 Условия сжатия газа в поршневых компрессорах. Политропный процесс.
- 3.4 Идеальная индикаторная диаграмма цикла поршневого компрессора.
- 3.5 От чего зависит температура в конце процесса сжатия в одной ступени?
- 3.6 Производительность поршневых компрессоров.
- 3.7 Объемный коэффициент подачи поршневого компрессора.
- 3.8 Что такое степень сжатия?
- 3.9 Многоступенчатые поршневые компрессоры.
- 3.10 Индикаторная диаграмма поршневого компрессора.
- 3.11 Охлаждение сжимаемого газа между ступенями.
- 3.12 Принцип расчета системы охлаждения.
- 3.13 Конструкция межступенчатых теплообменников.
- 3.14 Определение полезной мощности компрессора.
- 3.15 Определение эффективной мощности компрессора, КПД компрессора.
- 3.16 Классификация поршневых компрессоров.
- 3.17 Конструкция клапанов поршневых компрессоров.
- 3.18 Конструкция уплотнения штоков.
- 3.19 Циркуляционная система смазки поршневых компрессоров.
- 3.20 Лубрикаторная система смазки компрессора.
- 3.21 Регулирование работы поршневого компрессора.
- 3.22 Принцип действия винтового компрессора.
- 3.23 Влияние «мертвого» пространства на работу компрессора.
- 3.24 Конструкция и принцип действия винтовых компрессоров.
- 3.25 Чем отличаются винтовые компрессоры «мокрого» и «сухого» сжатия?
- 3.26 Оборудование винтовых компрессорных станций.
- 3.27 Принцип действия турбокомпрессора.
- 3.28 Характеристика турбокомпрессора.
- 3.29 Что такое помпажная зона центробежного компрессора?
- 3.30 Конструкция центробежного компрессорного агрегата.
- 3.31 Уплотнения в центробежных компрессорах.
- 3.32 Чем образована рабочая камера ротационного компрессора?
- 3.33 Конструкция и принцип работы газомотокомпрессоров.

Критерии оценки:

Оценка «зачтено», если в результате тестирования по теме количество правильных ответов 60% и более;

Оценка «не зачтено», если в результате тестирования по теме количество правильных ответов менее 60%.

Самостоятельная работа № 60

Классификация видов ремонтов и операций, проводимых в скважинах.

Методические указания

При выполнении данной работы необходимо руководствоваться п. 2.2 МУ. (Изучение основной и дополнительной литературы с графическим изображением приборов и машин).

1. Зарисовать в тетрадь схему классификации операций подземного ремонта. Схема должна содержать:

- виды работ при текущем ремонте скважин;
- виды работ при капитальном ремонте скважин.

2. Для каждого вида работы определить операции, входящие в состав работ. Присвоив каждой операции номер, определить состав операций для каждого вида работ при ремонте скважин.

- 1 – транспортные операции;
- 2 – подготовительные операции;
- 3 – спуско-подъемные операции;
- 4 – тартание и др.;
- 5 – депарафинизация;
- 6 – чистка пробок;
- 7 – закачка теплоносителя;
- 8 – закачка кислоты;
- 9 – закачка специальной жидкости;
- 10 – заливка цемента;
- 11 – цементирование ствола;
- 12 – разбуривание.

4. Подобрать оборудование и специальные агрегаты, необходимые для проведения работ при ремонте скважин.

Критерии оценки:

Оценка «зачтено», если схема выполнена верно, и необходимое оборудование подобрано верно.

Оценка «не зачтено», если неверно подобрано оборудование, или работа не выполнена.

Самостоятельная работа № 61

Расчет основных узлов и деталей подъемника.

Методические указания

При выполнении данной работы необходимо руководствоваться п. 2.9 МУ. (Решение задач) и п. 2.8 МУ. (Выполнение практических работ).

1. Изучить теоретическую часть указанной темы по записям в конспекте и учебнику.
2. Решить задачу. Исходные данные принимаются из таблиц 61.1 в соответствии с вариантом. Номер варианта соответствует варианту при выполнении практических работ.

Задача. Произвести расчет грузоподъемности и выбрать подъемник (подъемную установку, комплекс подъемного оборудования) для ремонта скважины. Подобрать талевый канат для талевой системы подъемника и определить момент трения фрикционной муфты для сцепления вала лебедки. Исходные данные:

- способ эксплуатации скважины – погружной центробежный насос;
- масса погружного агрегата (насос, гидрозащита, двигатель, кабель) $Q_{аэ}$, кг.;
- глубина спуска насоса L , м;
- условный диаметр насосно-компрессорных труб (НКТ) $D_{тр}$, мм;
- толщина стенки трубы s , мм;
- плотность жидкости $\rho_{ж}$, кг/м³.

Методика решения задачи.

2.1 Максимальный вес оборудования, исходя из конкретных условий проведения работ при эксплуатации скважин погружным центробежным насосом, определяется по формуле:

$$P_{\max} = G_{тр} + G_{ж} + G_{аэ}, \quad (61.1)$$

где $G_{тр}$ – вес НКТ;

$G_{ж}$ – гидростатическое давление жидкости, находящиеся в трубах;

$G_{аэ}$ – вес агрегата, включая электродвигатель, насос, гидрозащиту и кабель.

2.2 Определить вес НКТ $G_{тр}$ по формуле:

$$G_{\text{тр}} = L_{\text{тр}} \cdot q_{\text{тр}}, \quad (61.2)$$

где $L_{\text{тр}}$ – длина колонны НКТ, принимается равной глубине спуска насоса, $L_{\text{тр}} = L$;

$q_{\text{тр}}$ – приведенный вес одного метра труб в воздухе,

$$q_{\text{тр}} = \frac{l_{\text{т}} \cdot m_{\text{т}} + m_{\text{м}}}{l_{\text{т}}} \cdot g, \quad (61.3)$$

где $m_{\text{т}}$ – масса одного метра гладкой части трубы (см. таблицу 61.2);

$m_{\text{м}}$ – масса муфты (см. таблицу 61.2);

$l_{\text{т}}$ – длина одной трубы, принимается $l_{\text{т}} = 8$ м.

2.3 Определить гидростатическое давление жидкости, находящиеся в трубах $G_{\text{ж}}$ по формуле:

$$G_{\text{ж}} = L_{\text{ж}} \cdot \rho_{\text{ж}} \cdot g \cdot \pi \cdot (D_{\text{тр}}^{\text{в}})^2 / 4, \quad (61.4)$$

где $L_{\text{ж}}$ – высота столба жидкости в трубах, $L_{\text{ж}} \approx L_{\text{тр}} \approx L$;

$\rho_{\text{ж}}$ – плотность жидкости;

g – ускорение свободного падения, $g = 9,81$ м/с²;

$D_{\text{тр}}^{\text{в}}$ – внутренний диаметр НКТ, $D_{\text{тр}}^{\text{в}} = D_{\text{тр}}^{\text{н}} - 2 \cdot s$,

$D_{\text{тр}}^{\text{н}}$ – наружный диаметр НКТ;

s – толщина стенки трубы.

2.4 Определить вес погружного агрегата по формуле:

$$G_{\text{аэ}} = Q_{\text{аэ}} \cdot g. \quad (61.5)$$

2.5 Подставив заданные и найденные данные в формулу (61.1), определить максимальный вес оборудования Q .

2.6 По найденному значению максимального веса оборудования Q , из таблицы 61.3 подбираем передвижной агрегат для подземного ремонта скважин, таким образом, чтобы грузоподъемность агрегата была не менее максимального веса оборудования.

2.7 Определить общий вес на крюке $P_{\text{кр}}$, включая элементы талевого системы, подвешенной к крюку по формуле:

$$P_{\text{кр}} = P_{\text{макс}} + G_{\text{тс}}, \quad (61.6)$$

где $G_{\text{тс}}$ – вес талевого системы, принимаемый ориентировочно в зависимости от грузоподъемности, при:

$P_{\text{макс}}$ до 200 кН, вес талевого системы $G_{\text{тс}} = 3$ кН;

$P_{\text{макс}}$ до 350 кН, вес талевого системы $G_{\text{тс}} = 5$ кН;

$P_{\text{макс}}$ до 500 кН, вес талевого системы $G_{\text{тс}} = 8$ кН.

2.8 Определить натяжение ходового конца каната $P_{\text{хк}}$ по формуле:

$$P_{\text{хк}} = P_{\text{кр}} \cdot \frac{\beta^k \cdot (\beta - 1)}{\beta^k - 1}, \quad (61.7)$$

где β – коэффициент, зависящий от жесткости каната и силы трения в опорах канатных шкивов, $\beta = 1,01 \dots 1,02$;

k – кратность талевого системы, равная числу рабочих струн, принимается из технических характеристик выбранного агрегата (см. таблицу 61.3).

2.9 Определить разрывное усилие каната $P_{\text{раз}}$ с учетом коэффициента запаса прочности по формуле:

$$P_{\text{раз}} = K_{\text{зп}} \cdot P_{\text{хк}}, \quad (61.8)$$

где $K_{\text{зп}}$ – коэффициент запаса прочности, $K_{\text{зп}} = 5$.

2.10 По найденному значению разрывного усилия талевого каната $P_{\text{раз}}$, из таблицы 61.4 подбираем диаметр талевого каната $d_{\text{к}}$, таким образом, чтобы табличная величина разрывного усилия была не менее расчетного значения $P_{\text{раз}}$.

2.11 Определить передаваемый крутящий момент $M_{\text{кр}}$ на подъемном валу лебедки агрегата по формуле:

$$M_{\text{кр}} = P_{\text{хк}} \cdot D_{\text{б}} / 2, \quad (61.9)$$

где $D_{\text{б}}$ – диаметр барабана лебедки подъемного агрегата, принимается из технических характеристик выбранного агрегата (см. таблицу 61.3).

2.12 Определить расчетный момент трения фрикционной муфты по формуле:

$$M_{\phi} = \beta_{\text{м}} \cdot M_{\text{кр}}, \quad (61.10)$$

где $\beta_{\text{м}}$ – коэффициент запаса муфты, $\beta_{\text{м}} = 1,2 \dots 1,8$.

Критерии оценки:

1. Оценка «5», если данные задачи верно переведены в систему СИ, математические вычисления выполнены верно и верно подобрано оборудование.
2. Оценка «4», если данные задачи верно переведены в систему СИ, математические вычисления выполнены с ошибкой и верно подобрано оборудование.
3. Оценка «3», если данные задачи переведены в систему СИ с ошибкой, математические вычисления выполнены с ошибкой и верно подобрано оборудование.
4. Оценка «2», если данные задачи переведены в систему СИ с ошибкой, математические вычисления выполнены с ошибкой и неверно подобрано оборудование, или работа не выполнена.

Таблица 61.1 – Варианты заданий к самостоятельной работе № 61

Номер варианта	$D_{\text{тр}}^{\text{н}}$, мм	s , мм	$\rho_{\text{ж}}$, кг/м ³	L , м	$Q_{\text{аз}}$, кг
1	73	5,5	915	1500	720
2	73	7,0	910	1000	626
3	73	7,0	905	800	602
4	89	6,5	900	1000	990
5	89	8,0	895	1500	976
6	73	5,5	890	1100	626
7	73	5,5	885	600	626
8	60	5,0	880	1300	720
9	73	7,0	875	900	1028
10	102	6,5	870	900	628
11	89	6,5	865	1000	976
12	73	7,0	860	1600	1103
13	89	8,0	855	600	990
14	114	7,0	850	700	1684
15	102	6,5	845	1400	976
16	60	5,0	840	1500	715
17	114	7,0	835	1150	1498
18	73	5,5	830	1100	602
19	60	5,0	825	1500	715
20	73	7,0	820	1000	602
21	89	8,0	815	1000	602
22	102	6,0	810	1300	1148
23	73	5,5	820	1200	767
24	114	7,0	830	750	1684
25	89	6,5	840	700	626

Таблица 61.1 – Размеры труб гладких высокогерметичных и муфт к ним – НКТ

Условный диаметр трубы, $D_{тр}$, мм	Трубы				Муфты		
	Наружный диаметр, $D_{тр}^H$, мм	Толщина стенки, s , мм	Внутренний диаметр, $D_{тр}^B$, мм	Масса 1 м, кг	Наружный диаметр, D_M , мм	Длина, L_M , мм	Масса, кг
60	60,3	5,0	50,3	6,8	73,0	135	1,8
73	73,0	5,5	62,0	9,2	88,9	135	2,5
		7,0	59,0	11,4			
89	88,9	6,5	75,9	13,2	108,0	155	4,1
		8,0	72,9	16,0			
102	101,6	6,5	88,6	15,2	120,6	155	5,1
114	114,3	7,0	100,3	18,5	132,1	205	7,4

Таблица 61.3 – Краткая техническая характеристика передвижных агрегатов и установок для ПРС

Технические данные	Установки			
	УПТ1-50	АзИНмаш-37А	А-50М	КОРО1-80
Транспортная база	Трактор Т130МГ	Автомобиль КрАЗ-255Б	Автомобиль КрАЗ-257	Автомобиль МАЗ-537
Мощность привода, кВт	117,6	176,5	176,5	425
Предельная глубина ПРС, м	3500	3000	3500	4000
Грузоподъемность, т	50	32	65	80
Максимальное натяжение каната, кН	90	85	100	140
Талевая система	3 × 4	2 × 3	3 × 4	4 × 5
Высота вышки, м	18	18	22	30
Лебедка	Однобарабанная		Двухбараб.	Однобараб.
Размер бочки барабана лебедки, мм	420x750	420x800	426x560	490x750
Число скоростей:				
прямых	4	3	4	4
обратных	2	1	4	4

Таблица 61.4 – Характеристика талевых канатов двойной свивки ЛК – Р
ГОСТ 2688-80

Диаметр каната, мм	Маркировочная группа, МПа					
	150	160	170	180	190	200
	Разрывное усилие в целом, Н, не менее					
13,0	76190	81250	86800	89000	92800	97000
14,0	92850	98950	105000	108000	112500	118000
15,0	107000	114500	122000	125500	131000	137000
16,5	130000	139000	147500	152000	159000	166000
18,0	155000	166000	176000	181500	189500	198000
19,5	178500	191000	203000	209000	218500	228000
21,0	208000	222000	236000	243500	254000	265500
22,5	235500	251000	267000	275000	287500	303500
24,0	269000	2187000	304500	314000	328000	343000
25,5	304500	324500	345000	356000	372000	388500
27,0	342000	365000	388000	399500	418000	436500
28,0	371000	396000	421000	434000	453500	473500
30,5	445500	475000	504500	520000	544000	567500
32,0	490500	523500	556000	573000	599500	625500
33,5	538500	574000	610500	629000	658000	686000
37,0	640000	683000	725000	748000	782500	816000

Самостоятельная работа № 62

Расположение оборудования при промывке скважины.

Методические указания

При выполнении данной работы необходимо руководствоваться п. 2.2 МУ. (Изучение основной и дополнительной литературы с графическим изображением приборов и машин).

1. Изобразить в тетради схемы прямой и обратной промывок скважин.
2. Перечислить оборудование, применяемое при промывке скважины.
3. Дать техническую характеристику агрегатов, применяемых при промывке.
4. Какое вспомогательное оборудование применяется при этом технологическом процессе?
5. Чем оборудуется устье скважины при промывке?

Критерии оценки:

Оценка «зачтено», если обучающийся работу выполнил верно и в полном объеме.

Оценка «не зачтено», если обучающийся работу выполнил неверно, или работа не выполнена.

Самостоятельная работа № 63

Расположение оборудования при ГРП.

Методические указания

При выполнении данной работы необходимо руководствоваться п. 2.2 МУ. (Изучение основной и дополнительной литературы с графическим изображением приборов и машин).

1. Изобразить в тетради схему расположения оборудования при гидравлическом разрыве пласта (ГРП).
2. Перечислить оборудование, применяемое при ГРП.

3. Дать техническую характеристику агрегатов, применяемых при промывке.
4. Какое вспомогательное оборудование применяется при этом технологическом процессе?
5. Чем оборудуется устье скважины при ГРП?

Критерии оценки:

Оценка «зачтено», если обучающийся работу выполнил верно и в полном объеме.
Оценка «не зачтено», если обучающийся работу выполнил неверно, или работа не выполнена.

Самостоятельная работа № 64

Расположение оборудования при соляно-кислотной обработке скважины.

Методические указания

При выполнении данной работы необходимо руководствоваться п. 2.2 МУ. (Изучение основной и дополнительной литературы с графическим изображением приборов и машин).

1. Изобразить в тетради схему расположения оборудования при простой соляно-кислотной обработке скважины.
2. Перечислить оборудование, применяемое при кислотной обработке скважины.
3. Дать техническую характеристику агрегатов, применяемых при кислотной обработке.
4. Какое вспомогательное оборудование применяется при этом технологическом процессе?
5. Чем оборудуется устье скважины при кислотной обработке?

Критерии оценки:

Оценка «зачтено», если обучающийся работу выполнил верно и в полном объеме.
Оценка «не зачтено», если обучающийся работу выполнил неверно, или работа не выполнена.

Самостоятельная работа № 65

Расчет трубопроводов на прочность.

Методические указания

При выполнении данной работы необходимо руководствоваться п. 2.9 МУ. (Решение задач) и п. 2.8 МУ. (Выполнение практических работ). При выполнении данной самостоятельной работы используются результаты вычислений, полученные при выполнении самостоятельной работы № 52 "Расчет производительности и определение коэффициента подачи штанговых насосов".

1. Изучить теоретическую часть указанной темы по записям в конспекте и учебнику.
2. Решить задачу. Исходные данные принимаются из таблицы 65.1 в соответствии с вариантом. Номер варианта соответствует варианту при выполнении практических работ.

Задача. Определить минимальную толщину стенки S трубопровода с внутренним диаметром $D_{вн}$ и рабочим давлением P_p из условия его механической прочности. Материал труб принять из таблицы 65.1 в соответствии с вариантом.

Методика решения задачи.

2.1 Расчет трубопроводов на механическую прочность сводится к определению толщины стенки S , которая была бы минимальной, но в тоже время не допускала разрушения труб при эксплуатации. Минимальная толщина трубы рассчитывается по формуле:

$$S = \frac{p_{и} \cdot D_{вн}}{2 \cdot \sigma_{доп} \cdot \varphi}, \quad (65.1)$$

где $P_{и}$ – давление, при котором производится опрессовка труб;

$D_{\text{вн}}$ – внутренний диаметр трубопровода;
 $\sigma_{\text{доп}}$ – допускаемое напряжение материала трубы;
 φ – коэффициент, учитывающий двухосное напряженное состояние труб,
 $\varphi = 0,75 \dots 0,9$.

2.2 Определить давление $P_{\text{и}}$, при котором производится опрессовка труб из таблицы 65.2. Давление испытания принимается равным пробному давлению $P_{\text{и}} = P_{\text{пр}}$.

Таблица 65.2 – Величина пробного давления для трубопроводов

Рабочее давление, $P_{\text{р}}$	до 0,5 МПа	свыше 0,5 МПа
Пробное давление, $P_{\text{пр}}$	$1,5 \cdot P_{\text{р}}$, но не менее 0,2 МПа	$1,25 \cdot P_{\text{р}}$, но не менее 0,8 МПа

2.3 Определить допускаемое напряжение $\sigma_{\text{доп}}$

$$\sigma_{\text{доп}} = 0,9 \cdot \sigma' \quad (65.2)$$

где σ' – нормативное напряжение растяжения материала трубы, принимаемое минимальному значению предела текучести.

2.4 Подставив заданные и найденные данные в формулу (65.1), определить Минимальная толщина трубы S .

2.5 Толщину труб S следует принимать не менее 4 мм. Расчетная толщина стенки округляется в большую сторону до ближайшей в сортаменте труб из ряда:

4,0; 4,5; 5,0; 6,0; 9,0; 10,0 мм.

2.6 Определить наружный диаметр трубы $D_{\text{н}}$ по формуле:

$$D_{\text{н}} = D_{\text{вн}} + 2 \cdot S \quad (65.3)$$

2.7 Толщину труб следует принимать не менее 1/140 величины наружного диаметра труб. Проверить принятую стандартную величину толщины стенки труб по формуле:

$$S \geq D_{\text{н}} / 140 \quad (65.4)$$

2.8 Сделать выводы.

Критерии оценки:

1. Оценка «5», если данные задачи верно переведены в систему СИ, математические вычисления выполнены верно и сделаны выводы.

2. Оценка «4», если данные задачи верно переведены в систему СИ, математические вычисления выполнены с ошибкой и сделаны выводы.

3. Оценка «3», если данные задачи переведены в систему СИ с ошибкой, математические вычисления выполнены с ошибкой и сделаны выводы.

4. Оценка «2», если данные задачи переведены в систему СИ с ошибкой, математические вычисления выполнены с ошибкой и выводы не сделаны, или работа не выполнена.

Таблица 65.1 - Варианты заданий к самостоятельной работе № 65

Номер варианта	Внутренний диаметр трубопровода, $D_{\text{вн}}$, мм	Рабочее давление трубопровода, $P_{\text{р}}$, МПа	Материал трубы, сталь	Нормативное напряжение растяжения материала трубы, σ' , МПа
1	2	3	4	5
1	150	1,0	08Г2ФЮ	195
2	175	1,5	Ст.2сп	195
3	200	2,0	Ст.4сп	245
4	250	3,0	Ст5	274
5	300	8,0	Ст20	250
6	350	6,5	Ст25	275
7	400	8,5	10Г2	265

Продолжение таблицы 65.1

1	2	3	4	5
8	450	5,8	10ГТ	295
9	500	5,6	09Г2С	343
10	550	5,0	10Г2СД	345
11	600	7,6	13ХФА	353
12	800	5,4	14Г2АФ	400
13	150	5,2	15ХМ	440
14	175	4,5	14ХГС	490
15	200	6,0	20К	225
16	250	6,4	09Г2С	343
17	300	6,8	10Г2	265
18	350	7,0	08Г2ФЮ	195
19	400	7,5	20К	225
20	450	7,2	08Г2ФЮ	195
21	500	4,2	15ХМ	440
22	550	3,5	10Г2	265
23	600	14,0	09Г2С	343
24	800	10,0	14ХГС	490
25	500	2,8	13ХФА	353

Самостоятельная работа № 66

Изучение источников загрязнения окружающей среды на различных месторождениях нефти и газа.

Методические указания

При выполнении данной работы необходимо руководствоваться п. 2.7 МУ. (Составление конспекта). Конспект должен содержать следующую информацию:

1. Основные источники и виды воздействия объектов нефтегазового комплекса на окружающую среду.
2. Характер изменения природных объектов в результате воздействия загрязняющих веществ .
3. Нормативно-правовое регулирование экологической безопасности при нефтедобыче.
4. Лицензирование природоохранной деятельности.
5. Участие общественности в принятии решений по строительству объектов нефтедобычи.

Критерии оценки:

Оценка «зачтено», если тема раскрыта полностью, смысловые части выделены правильно, конспект оформлен в соответствии с правилами оформления конспекта.

Оценка «не зачтено», если тема раскрыта не полностью или работа не выполнена.

Список литературы

Основные источники

1. Ладенко, А.А. Технологии ремонта и эксплуатации нефтепромыслового оборудования : учеб. пособие / А.А. Ладенко. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. – 180 с. – ISBN 978-5-9729-0282-8. – Текст : электронный. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1049181> (дата обращения: 01.06.2020). – Режим доступа: по подписке.
2. Молчанов, А.Г. Нефтепромысловые машины и механизмы: учебник для техникумов / А.Г. Молчанов, В.Л. Чичеров. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: Альянс, 2020. – 316с. – ISBN 978-5-00106-380-3. – Текст : непосредственный.

Дополнительные источники

3. Куклин, Н. Г. Детали машин: учебник / Куклин Н.Г., Куклина Г.С., Житков В.К., – 9-е изд., перераб. и доп – Москва : КУРС : НИЦ ИНФРА-М, 2019. – 512 с.: ил. – ISBN 978-5-905554-84-1. – Текст : электронный. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/967681> (дата обращения: 01.06.2020). – Режим доступа: по подписке.
4. Ладенко, А.А. Расчет нефтепромыслового оборудования / А.А. Ладенко, П.С. Кунина. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. – 188 с. – ISBN 978-5-9729-0281-1. – Текст : электронный. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1049192> (дата обращения: 01.06.2020). – Режим доступа: по подписке.
5. Покрепин, Б.В. Эксплуатация нефтяных и газовых месторождений (МДК.01.02): учеб. пособие / Б.В. Покрепин. – Ростов н/Д: Феникс, 2016. – 605с.: ил. – ISBN 978-5-222-26386-0. – Текст : непосредственный.
6. Юрчук, А.М. Расчеты в добыче нефти: учебник для техникумов / А.М. Юрчук, А.З. Истомин. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: Альянс, 2020. – 272с. – ISBN 978-5-00106-312-4. – Текст : непосредственный.

Интернет-ресурсы

7. Веб-механик: [инженерный портал]: сайт – URL: <http://web-mechanic.ru/> (дата обращения: 02.06.2020). Текст: электронный.
8. ГОСТы и стандарты: [база документов]: сайт. – URL: <http://standartgost.ru/> (дата обращения: 02.06.2020). Текст: электронный.
9. О недрах (в редакции Федерального закона от 3 марта 1995 года N 27-ФЗ) (с изменениями на 8 июня 2020 года). – Текст: электронный // Консорциум Кодекс: [электронный фонд правовой и нормативно-технической документации]: сайт – URL: <http://docs.cntd.ru/document/9003403> (дата обращения: 02.06.2020).
10. Производственно-инжиниринговая компания ENCE GmbH (Швейцария): [производство нефтяного оборудования] : официальный сайт – URL: <https://ence.ch/ru/> (дата обращения: 02.06.2020). Текст: электронный.