

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
 Отделение нефтегазового дела

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Расчет и подбор насосного оборудования для установки системы сбора и подготовки нефти

УДК 622.276.8.054

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-4E41	Шилов Анатолий Викторович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Симанкин Ф.А.	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Трубникова Н.В.	д.и.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Черемискина М.С.	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Манабаев К.К.	к.ф.-м.н.		

Томск – 2019 г.

Планируемые результаты обучения ООП

Код Результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
Общекультурные компетенции		
P1	Способность применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук для обеспечения полноценной инженерной деятельности.	Требования ФГОС (ОК-1; ОК-9; ОК-10)1, Критерий 5 АИОР (п. 5.2.1), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P2	Демонстрировать понимание сущности и значения информации в развитии современного общества, владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации; использование для решения коммуникативных задач современных технических средств и информационных технологий.	Требования ФГОС (ОК-7; ОК-11; ОК -13; ОК-14, ОК-15), Критерий 5 АИОР (п. 5.2.2, п. 5.2.8 , п. 5.2.10), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P3	Способность самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля, осознавать перспективность интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования, уметь критически оценивать свои достоинства и недостатки.	Требования ФГОС (ОК -5; ОК -6; ОК -8), Критерий 5 АИОР (п. 5.2.16), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P4	Способность эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, уметь проявлять личную ответственность.	Требования ФГОС (ОК-4; ПК-9; ПК-10), Критерий 5 АИОР (п. 5.2.11), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P5	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных	Требования ФГОС (ОК-2; ОК-3; ОК-5; ПК-5),

	аспектов комплексной инженерной деятельности, осведомленность в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на нефтегазовых производствах.	Критерий 5 АИОР (п. 5.2.12; п. 5.2.14), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на предприятиях машиностроительного, нефтегазового комплекса и в отраслевых научных организациях.	Требования ФГОС (ОК-14; ОК-15; ОК-16), Критерий 5 АИОР (п. 5.2.13), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
Профессиональные компетенции		
P7	Умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, основы теоретического и экспериментального исследования в комплексной инженерной деятельности с целью моделирования объектов и технологических процессов в нефтегазовой отрасли, используя стандартные пакеты и средства автоматизированного проектирования машиностроительной продукции.	Требования ФГОС (ПК-7; ОК-9), Критерий 5 АИОР (п. 5.2.1; п. 5.2.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P8	Умение обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроительного производства, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий, их узлов, деталей и конструкций	Требования ФГОС (ПК-1; ПК-3; ПК-26), Критерий 5 АИОР (п. 5.2.5; п. 5.2.7; п. 5.2.15), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P9	Способность осваивать вводимое новое оборудование, проверять техническое состояние и остаточный ресурс действующего технологического	Требования ФГОС (ПК-2; ПК-4; ПК-16), Критерий 5 АИОР (п. 5.2.7, п. 5.2.8),

	оборудования, в случае необходимости обеспечивать ремонтно-восстановительные работы на производственных участках предприятия.	согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P10	Умение проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов, применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий.	Требования ФГОС (ПК-18), Критерий 5 АИОР (п.5.2.4, п. 5.2.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P11	Умение проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий нефтегазового производства.	Требования ФГОС (ПК-6; ПК-12; ПК-14; ПК-15; ПК-24), Критерий 5 АИОР (п.5.2.3; п. 5.2.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P12	Умение применять стандартные методы расчета деталей и узлов машиностроительных изделий и конструкций, выполнять проектно-конструкторские работы и оформлять проектную и технологическую документацию соответственно стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования.	Требования ФГОС (ПК-21; ПК-22; ПК-23), Критерий 5 АИОР (п. 5.2.1; п. 5.2.9), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P13	Готовность составлять техническую документацию, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для	Требования ФГОС (ПК-11; ПК-13), Критерий 5 АИОР (п. 5.2.7; п. 5.2.15), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>

	создания системы менеджмента качества на предприятии.	
P14	Способность участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении патентных исследований.	Требования ФГОС (ПК-17; ПК-19; ПК-20; ПК-25), Критерий 5 АИОР (п. 5.2.4; п. 5.2.11), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
P15	Умение применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий, умение применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в нефтегазовом производстве.	Требования ФГОС (ПК-8), Критерий 5 АИОР (п. 5.2.8; п. 5.2.14), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа природных ресурсов
Направление подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
Отделение нефтегазового дела

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП
_____ Манабаев К.К.
(Подпись) (Дата)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
З-4Е41	Шилов Анатолий Викторович

Тема работы:

Расчет и подбор насосного оборудования для установки системы сбора и подготовки нефти	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№1007/с от 08.02.2019

Срок сдачи студентом выполненной работы:	17.05.2019
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Исходные данные: Марка насоса: НКВ 360/200 – С в 70УТТ У2 ТУ 26-02-766-84 Перекачиваемая среда: фракция НК-85°С Температура среды: 80°С Плотность среды, ρ: 720 кг/м³ Масса агрегата, m: 2235 кг
---	--

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	- Аналитический обзор литературы по насосам. - Исследование конструкции насос типа НКВ. - Монтаж насосного агрегата. - Расчет потребного напора, привода насоса, допустимой высоты всасывания, корпуса насос. - Финансовый менеджмент и ресурсоэффективность. - Социальная ответственность на нефтегазовом предприятии.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Схема установки, общий вид, монтаж

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Трубникова Н.В.
Социальная ответственность	Черемискина М.С.

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	13.11.2018
--	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Симанкин Ф.А.	К.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-4Е41	Шилов Анатолий Викторович		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 84 с., 12 рис., 21 табл., 42 источников.

Ключевые слова: центробежный насос, торцевое уплотнение, сбор нефти, рабочее колесо, вал.

Объектом исследования является центробежный насос типа НКВ, служащий для прокачки нефти и нефтепродуктов в системе сбора и подготовки нефти.

Цель работы – расчет и подбор насосного оборудования для установки системы сбора и подготовки нефти.

В процессе исследования проводились литературный обзор, анализ конструкции насоса типа НКВ, расчеты привода насоса, допустимой высоты всасывания, корпуса насос. Была описана технология изготовления вала.

В результате исследования был проведен расчет и подбор насосного оборудования для установки системы сбора и подготовки нефти.

Область применения: нефтегазовое производство

Обозначения, сокращения

АВР – аппарат с вертикальными контактными решётками

АВТ - атмосферно-вакуумная трубчатка

ВК – водяные колодца

ДНС – дожимная насосная станция

НД – насос дозировочный

НКТ – насосно-компрессорные трубы

НПС — нефтеперекачивающая станция

НСУ – насосная установка

ШВН – штангово-винтовой насос

ШГН – штангово-глубинный насос

ЭЦН – электроцентробежный насос

Оглавление

Введение	12
1 Обзор литературы.....	13
2 Описание конструктивных особенностей насосов типа НКВ, монтаж, ремонт	21
2.1 Конструкция насоса НКВ	21
2.2 Выбор конструкционных материалов	23
2.3 Организация работ по демонтажу и монтажу насоса.....	24
2.4 Организация ремонтной службы и способы производства ремонтных работ насосов.....	28
2. Расчетная часть.....	31
2.1 Определение потребного напора.....	32
2.2 Расчет привода насоса.....	35
2.3 Расчет допустимой высоты всасывания.....	36
2.4 Расчет корпуса насоса	36
2.5 Технология изготовления вала	38
2.6 Расчет и выбор стальных канатов для строп	40
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение ...	44
4.1 Потенциальные потребители результатов исследования.....	44
4.2 Анализ конкурентных технических решений.....	44
4.3 SWOT – анализ	47
4.4 Технология QuaD	48
4.5 Планирование научно-исследовательских работ	50
4.6 Бюджет научно-технического исследования	54

5	Социальная ответственность при эксплуатации дожимной компрессорной станции	68
5.1	Производственная безопасность	68
5.2	Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению	69
5.3	Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению	72
5.4	Экологическая безопасность	74
5.5	Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	75
5.6	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности ...	79
	Заключение	80
	Список использованных источников	82

Введение

После поднятие нефти из скважины, ее отправляют в установку сбора и подготовки продукции. Данная установка включает в себя большой комплекс нефтепромыслового оборудования и включает в себя трубопроводы, сепараторы, резервуары, насосный парк. Так как продукция скважин никогда не состоит только из одной фракции (нефти), то ей необходимо пройти ряд преобразований, что требует больших энергетических и экономических затрат. Поэтому, для получения высоких технико-экономических показателей работы систему сбора и подготовки нефти максимально упрощают технологическую схему, производят точный расчет и подбор оборудования и аппаратуры. А также максимально автоматизируют производство. Актуальность уменьшения затрат ежегодно увеличивается, так как среди нефтегазовых предприятий есть жесткая рыночная конкуренция. Осуществляя расчет и подбор оборудования необходимо учитывать состав перекачиваемой среды и ее показатели.

Целью выпускной квалификационной работы является расчет и подбор насосного оборудования для установки системы сбора и подготовки нефти.

Для выполнения цели необходимо решить следующие задачи:

1. Провести литературный обзор насосного оборудования для установки системы сбора и подготовки нефти.
2. Проанализировать конструкцию насоса, его принцип действия и мероприятия по его обслуживанию.
3. Провести расчет параметров насоса и его корпусных элементов, рассмотреть технологию изготовления вала.

1 Обзор литературы

Важной задачей при эксплуатации нефтегазовых месторождений является сокращение затрат при добыче и транспортировке добытых углеводородов. Правильно выбранная схема обустройства месторождения и правильный подбор оборудования может значительно сократить затраты. Стандартная схема обустройства месторождения включает в себя оборудование для разделения добываемой нефти на фракции и насосы и компрессора для транспортировки углеводородов к центральным пунктам.

Данные схемы представлены в ряде авторских свидетельств. Так, например, в свидетельстве RU 2 615 699 C1, авторов Иванова С.С. и Тарасова М. Ю. представлена система сбора, транспорта и подготовки нефти, газа и воды.

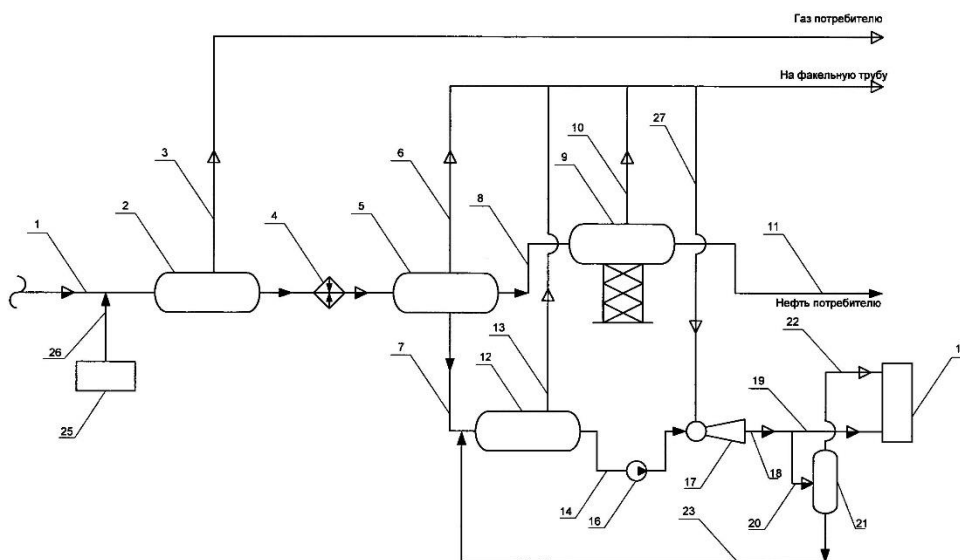


Рисунок 1 – Система сбора и подготовки нефти

В системе содержится двухфазный сепаратор (2), различные виды трубопроводов (3, 6, 7, 14), трёхфазный сепаратор для отстоя (5), буфер сепаратор (12), насос (16). Так же в систему могут быть включены различные сепараторы. Особенность данной схемы заключается в применении насоса для обеспечения нужного давления сточных вод которые поступают в эжектор.

В патенте RU 2 083 262 С1, Каспарьянца К.С представлена герметизированная система сбора и подготовки нефти и газа на промысле (рисунок 2).

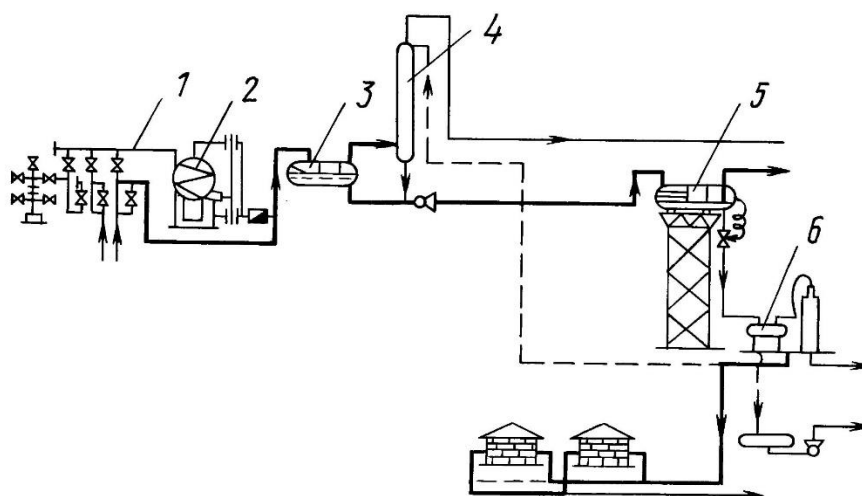


Рисунок 2 - Герметизированная система сбора и подготовки нефти и газа: 1 – скважина; 2 – установки замера продукции скважин; 3 – сепараторы; 4 – абсорбер; 5 – конечная ступень сепарации; 6 – установки подготовки нефти

Применение такой схемы позволяет предотвратить выделение конденсата и образования кристаллогидратов, что позволит снизить технологические помехи.

Часто, на месторождениях России используются установки АВТ. Принципиальная схема которой показаны на рисунке 3.

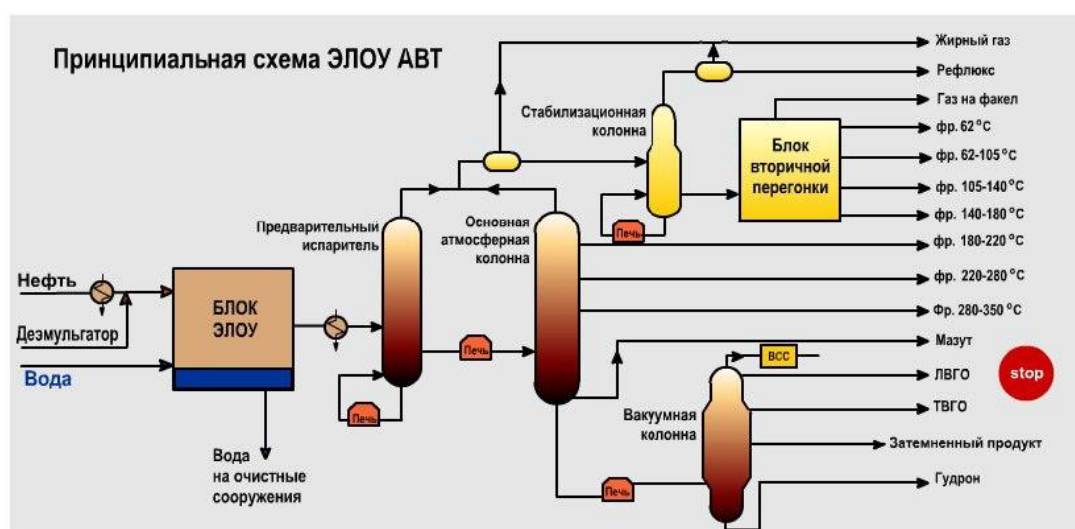


Рисунок 3 – Принципиальная схема ЭЛОУ-АВТ-6

Рассмотрим типы насосов, применяемых на установках данного типа.

Насос типа НД. Данный насос имеет рабочее колесо двустороннего входа и корпус с горизонтальным разъемом. Различные конструкции НД были запатентованы Бритвиным Л.Н., Руфель А.П., Мокаров Л.Н. и др.



Рисунок 4 – Насос типа НД

Насос типа НК. Горизонтальный центробежный насос с рабочим колесом одностороннего входа.

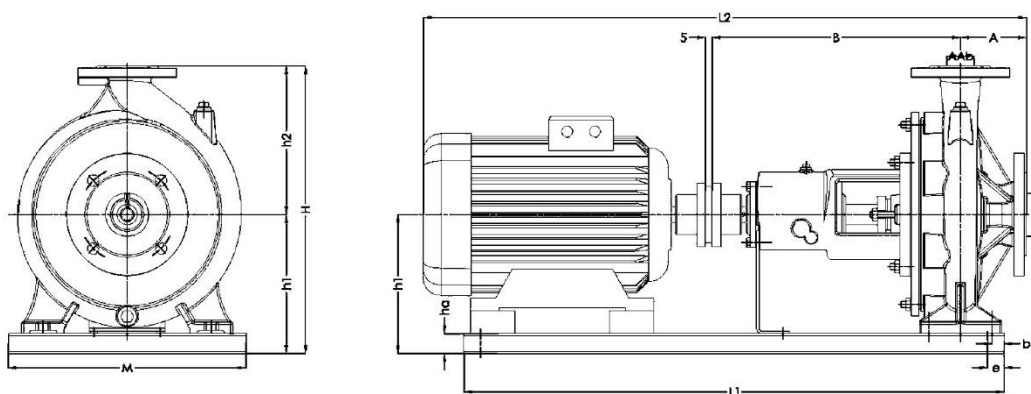


Рисунок 5 – Чертеж насоса типа НК

Центробежный насос с рабочим колесом одностороннего входа, работающие в паре с пред включённым винтовым колесом (шнеком) типа НКВ. Созданием конструкции и изучением вопросов ее улучшения

занимались такие ученые как Зайнаглина Л.З., Габдрахимов М.С., Мурсалимов А.А., Юнусов Р.Р. и другие.

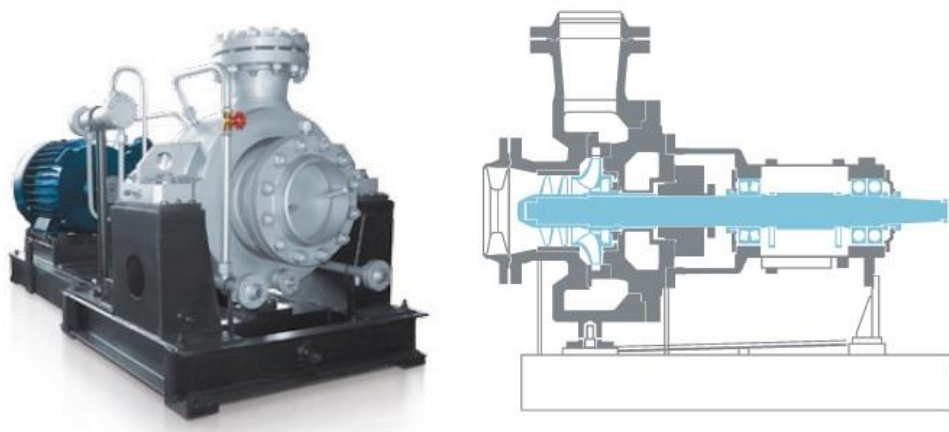


Рисунок 6 – Насос типа НКВ

Так же применяют: насос типа БЭН, шламовый насос типа НШ, вихревой насос типа ВК, шестеренчатый насос типа Ш, вакуумный насос типа НВ; дозировочный типа ДП, трехплунжерный типа ЗДП, а также насосы типа НТ, РГ и НКУ.

В установках чаще всего применяются центробежные насосы. Они почти полностью заменили объемные насосы. Конструкция центробежного насоса представлена в патентах Бондаренко А.Г., Страздинг Н.Э., Суханов В.Д., Чегурко Л.Е. и другие. Так же большой ряд исследований посвящен улучшению конструкции центробежного насоса и его составных частей. Исследования С. И. Харчука, А. В. Болдырева, С. М. Жижина [1] посвящено расчету напорной характеристики центробежного насоса численным методом.

Центробежные насосы имеют сравнительно малую массу и малые габариты, так у него отсутствует громоздкая система приводов. Так же у центробежного насоса отсутствуют клапаны, которые зачастую приводят к сбоям в работе насоса. Насос данной конструкции обеспечивает постоянную и равномерную подачу жидкости, а также дает возможность более точного регулирования количества подаваемой жидкости, обеспечивает быстрый пуск и остановку насоса. Центробежные насосы надежные и долговечные, просты в ремонте и обслуживании.



Рисунок 6 – Центробежный одноступенчатый насос

Но центробежный насос обладает недостатком, а именно не дает возможности сухого всасывания. Данную проблему решают с помощью установки насоса ниже питательной емкости, что обеспечивает его постоянную готовность к пуску.

Центробежные насосы которые применяются для перекачки нефти, всегда имеют торцевые уплотнения (рисунок 7). Это связано с необходимостью обеспечить плотное соединение, чтобы не допустить утечку, а как следствие пожар и аварии на установке. [2]

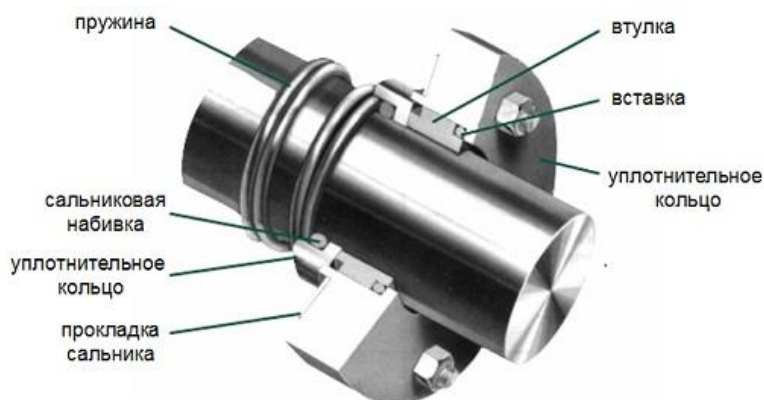


Рисунок 7 – Одинарное торцевое уплотнение вала насоса

Конструкции торцевых уплотнений различны, но принцип их работы одинаков, плоская уплотняющая поверхность располагается перпендикулярно оси вращения, и обладает усилием удерживающим эту поверхность в контакте.

В авторском свидетельстве RU 2 296 258 С2 Халаева Г.Г., предложено уплотнительное кольцо (рисунок 8).

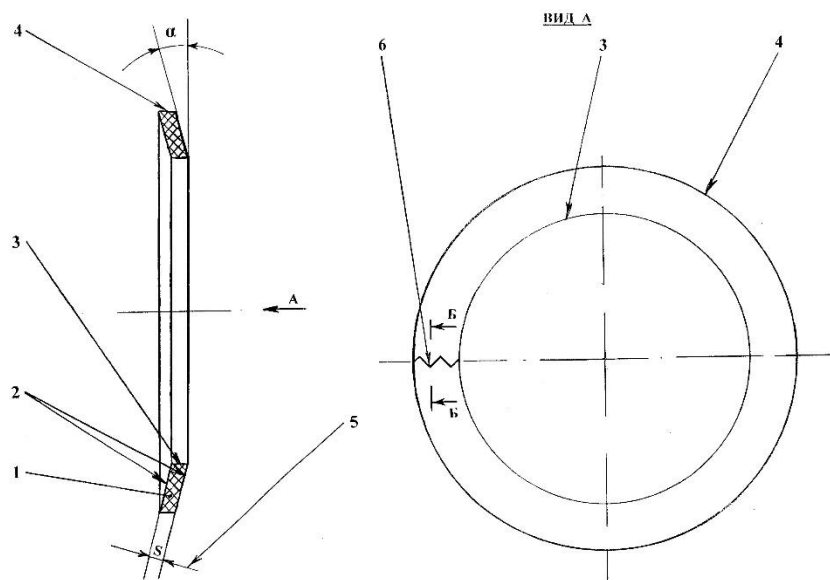


Рисунок 8 – Уплотнительное кольцо: 1 –уплотнительное кольцо; 2- торцевая поверхность; 3,4 – внутренняя и внешняя цилиндрическая поверхность; 5 – толщина кольца; 6 – зубчатые разрезы

Данное уплотнение предназначено для герметизации валов центробежного насоса. Кольце выполняется упругим и разрезным, поверхности разреза находятся под острым углом.

Уплотнения торцевого типа этого типа считаются сравнительно новым изобретением герметизации. Их принято называть механическими. Связано это, прежде всего, с конструктивными особенностями уплотнения, которые заключаются в следующих важных моментах:

- неподвижный элемент, который закреплен непосредственно на корпусе центробежного насоса;
- подвижный элемент, который представлен в виде кольца, которое закреплено на валу и вращается одновременно с ним.

Подвижная часть прижимается к неподвижному элементу с помощью специальной пружины. На сегодняшний день существуют различные классификации торцевых уплотнений, которые зависят от разных факторов.

Классификации торцевых уплотнений:

По способу установки различают следующие виды [3] :

- одинарное торцевое уплотнение, которое является самой распространенной конструкцией; в основном применяется в тех условиях, где не требуется полной герметичности;

- двойное торцевое уплотнение может устанавливаться по схемам «спина к спине» и последовательный «тандем»; уплотнение этого вида полностью исключает утечку жидкости благодаря тому, что работают две пары уплотняющих элементов.

По особенностям конструкции различают следующие виды:

- пружинное торцевое уплотнение, отличающиеся наиболее простой конструкцией, которая может содержать одну или несколько пружин;

- сильфонное торцевое уплотнение, в конструкции которого уплотнитель прижимается к неподвижному элементу с помощью специальной гофрированной пластины, имеющей название сильфона.

По способу крепления принято различать следующие виды:

- картриджное торцевое уплотнение представляет собой цельную конструкцию элементов, которая всем блоком надевается на вал центробежного насоса и закрепляется специальными штифтами;

- компонентное торцевое уплотнение имеет ту особенность, что все элементы (пружины, кольца, сильфон) монтируются последовательно, но по отдельности.

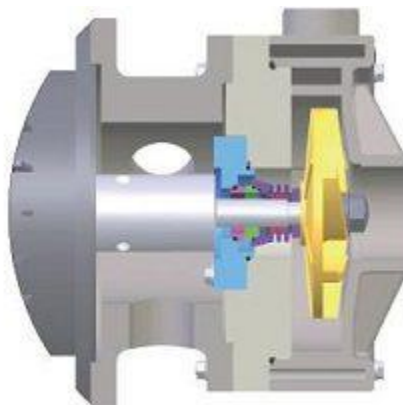


Рисунок 9 – Торцевое уплотнение

Преимущества же использования торцевых уплотнений центробежного насоса заключаются в следующих важных моментах:

- значительное уменьшение потерь перекачиваемой жидкости;
- полная герметизация корпуса насоса;
- отсутствует износ вала;
- низкий коэффициент трения;
- использование для перекачки жидкостей различного рода.

В качестве привода для насоса применяют асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором различной мощности [4].

2 Описание конструктивных особенностей насосов типа НКВ, монтаж, ремонт

2.1 Конструкция насоса НКВ

Насосы НКВ применяются для перекачки углеводородов. Данный насос имеет одно колесо с односторонним входом, консольно-расположенное и одно предвключенное шнековое колесо.

Насос типа НКВ обладает производительностью 16 - 1800 м³/ч и напором от 80 - 320 м.ст.ж. [5]

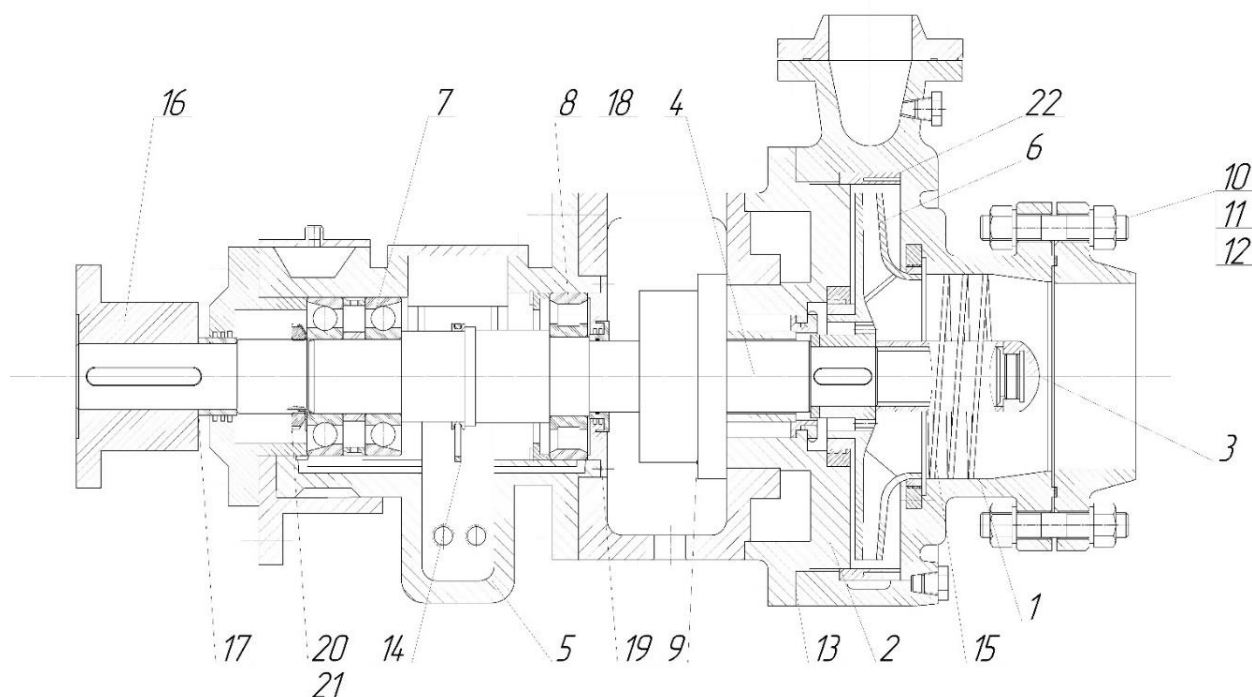


Рисунок 10 – Центробежный насос марки НКВ-360/200

Насос НКВ-360/200 состоит из корпуса (1), крышки насоса (2), гайки (3), вала (4), корпуса подшипников (6). Подшипники используются шариковые (радиально-упорные) (7) и роликовые (радиальные) (8). Колесо насоса (15) выполняется единой с лапками и входными и выходными патрубками. Применяется уплотнение вала (9). Крышка и корпус насоса соединены шпильками (10), с гайками (11) и шайбами (12). Спиральная набивка прокладки (15) применяется для уплотнения стыка корпуса и крышки.

Возможно различное уплотнение вала, тип СГ когда в сальниковую камеру устанавливают сальниковую набивку и фонарь сальника, и тип СО при которой устанавливают только набивку.

В рассматриваемом насосе применяется торцевое уплотнение 70УТТ5. Рубашка охлаждения камеры сальников выполняется закрытой.

Уплотнительная и охлаждающая жидкость, а также смазывающие материалы поступают через систему отверстий в корпусе, крышке насоса и корпусе подшипников. На валу насоса устанавливаются колесо рабочие с уплотняющим кольцом, детали сальникового или торцевого уплотнения, кольцо (14), колесо винтовое (15).

Две подшипниковые опоры служат для вращения вала насоса. Опора из двух шариковых радиально-упорных подшипников, расположена у муфты. Вторая опора состоит из одного радиального роликового подшипника, установленного в корпусе насоса. Радиально-упорные подшипники, во избежание перемещения внутреннего кольца крепят гайкой (20) и шайбой (21). Шайба и гайка одновременно крепят полумуфту (16) и распорную втулку (17).

Специальная гайка с левой резьбой (3) служит для фиксации от осевого перемещения рабочего и винтового колеса, которые посажены на цилиндрическую шейку.

Смазка подшипников используется постоянная, циркуляционная. На внутренние стенки корпуса подшипника отливается маслопроводящий бак, в него стекает масло, закинутое лопастями лоток крышки кольцом (14), которое вращается вместе с валом. Далее масло циркулирует, оно проходит по каналам в корпусе подшипника и поступает в него равномерно.

Главным отличием насосов типа НКВ является наличие винтового колеса (шнека), которое обеспечивает равномерную, прямолинейную подачу жидкости входе рабочего колеса, что значительно уменьшает вероятность возникновения кавитации.

2.2 Выбор конструкционных материалов

При проектировании и изготовлении деталей учитывают ряд параметров:

- механические;
- физико-химические;
- технологические свойства;
- стоимость материалов;
- доступность материалов.

Так же, при проектировании важно придерживаться рациональности, применение дорогих материалов, дорогих видов обработок, влечет за собой удорожание детали, а как следствие и увеличение стоимости оборудования в целом. Выбранный материал для корпуса насоса должен обеспечивать прочность и быть устойчивым к воздействию внешних и перекачиваемых сред.

Самое большое требование предъявляться к изготовлению валов, их сборке и установке. Так как вал работает при большой частоте вращения, и испытывают сильные поперечные нагрузки, в связи с этим они должны обладать гибкостью и прочностью.

Для деталей, получаемых литьем (корпус, колесо и др.) металл должен обладать хорошими литейными свойствами, а также быть прочным и износостойким. Износостойкость очень важна, так как детали должны выдерживать воздействие перекачиваемой жидкости.

Детали торцевых уплотнений изготавливают из материалов, отвечающих температуре и свойствам перекачиваемой жидкости.

Рассмотрим материалы, применяемые в насосах типа НКВ. Для них рекомендуется изготовление валов из стали 40Х. Данная сталь легко обрабатывается резанием, имеет высокую коррозионную стойкость и прочность. Кольца лабиринтных уплотнений изготавливают так же из стали 40Х.

Сталь 25Л применяется для изготовления корпуса и колеса насоса, данная сталь способна выдерживать высокое давление и большие температуры, а также обладает высокими литейными свойствами и способностью сопротивляться коррозии и эрозионному износу.

Для присоединения деталей и установки самого насоса применяют различные крепежные элементы. Шпильки, винты, отжимные болты, штифты и прочее изготавливают из стали 35.

Для изготовления втулок торцевых уплотнений применяют графит ПК-О, пропитанный феноло-формальдегидной смолой. Графит ПК-О способствует быстрой приработке трущихся поверхностей.

Для изготовления подшипников используют сталь ШХ15 обладающую высокой износостойкостью.

2.3 Организация работ по демонтажу и монтажу насоса

В зависимости от комплектации оборудования поступившего на монтажную площадку определяют объем и характер монтажных работ. Насосный агрегат поставляется заводом изготовителем в сборе, вместе с электродвигателем. Весь агрегат смонтирован на единой литой плите, поэтому процесс монтажа заключается в установке агрегата на фундамент, которой должен быть точно изготовленным и центрирован. Фундамент необходимо выполнять по всем требованиям, чтобы он был надежным, так как насосное оборудование работает с большими динамическими нагрузками, которые вызывают вибрацию фундамента [6].

Отклонения от проектных размеров должны быть в пределах нормы. Фундамент защищают от действия смазочного масла, перекачиваемых углеводородов, для этого поверхность фундамента покрывают краской. Фундамент выполняется монолитным, его обязательно осматривают на наличие трещин, раковин и пустот. После установки агрегата, производят подливку бетона. Перед проведением установки, колодцы фундаментных болтов необходимо очистить от мусора, краски, промыть водой.

Наиболее важная операция это строповка насоса, ее необходимо проводить так чтобы не повредить узлы и детали насоса. Стropовку насосного агрегата в предмонтажное положения производят с помощью обхвата полоза. Монтаж электродвигателя и насоса происходит отдельно, строповку при это осуществляют за рым-болты.

Для строповки насоса применяется грузоподъемный кран с высокой степенью мобильности. Сборочные работы производят ручным и механизированным инструментом.

По мере монтаже производят реконсервацию отдельных узлов по мере необходимости. Также, расконсервацию наружных поверхностей проводят водомоющими растворами, затем протирают насухо. С запасными частями поступают аналогично. Расконсервация проточной части насоса, торцовых уплотнений, полости соединительной муфты и подшипников не производится.

Во избежание попадания в насос посторонних предметов, производят очистку, промывку и продувку трубопроводов. Снимать заглушки с патрубков насоса разрешается только после проведения испытания трубопровода. Спирально-навитые прокладки монтируются между фланцами насоса и трубопровода. Данные прокладки входят в комплект. Затем, после того как присоединен трубопровод, производят центровку валов насоса и электродвигателя [7].

Насос устанавливается в удобном для обслуживания месте, с учетом требований безопасности и охраны труда. Насосы ставятся как в помещении, так и на открытом воздухе.

При монтаже насоса на открытом воздухе его необходимо защитить от влияния атмосферных осадков и прямого попадания солнечных лучей, для этого предусматривается навес или кожухи.

Согласно проекту, производят выверку агрегата, проверяя соответствие привязочных размеров. Допустимое отклонение от

установленных осей 10 мм. Для регулировки положения агрегата применяют установочные винты.

Для контроля положения в горизонтальной плоскости, поперечном и продольном направлениях используют брусковый уровень, устанавливая его на поверхность фундамента. Разрешенное отклонение не более 0,1 мм на 1 м длины [7].

При подливке бетона обращают внимание на подливаемую поверхность, проверяя ее, чтобы не было раковин и пустот. Подливку производят до момента, когда образуется выступ 25 мм над опорой поверхностью плиты. Положение агрегата повторно выверяют в течение 30 минут после подливки фундамента. Через 7 суток после подливки производят окончательную затяжку фундаментных болтов, предварительно отвернув на 2-3 оборота установочные винты.

При монтаже и эксплуатации, необходимо исключить передачу усилий на патрубки, поэтому трубопроводы должны иметь опоры. Необходимо соблюдать параллельность фланцев трубопровода с фланцами насоса, допустимое отклонение не более 0,1 мм, болтовые отверстия должны совпадать. На расстоянии 1-2 диаметра трубопровода от фланца насоса устанавливают штуцеры для манометров и вакуумметров. Всасывающий трубопровод исполняют коротким и прямым, с постоянным уклоном (8-10 мм на 1 м длины), это необходимо для обеспечения свободного выхода воздуха из него.

Для соединения трубопровода большего диаметра с меньшим диаметром патрубка насоса применяют эксцентрический переход, на вертикальных – концентрический.

В период пусконаладки на всасывающую линию устанавливают сетчатый фильтр в форме усеченного конуса. Его промывку производят по мере накопления в нем фильтруемых включений.

На всасывающем и нагнетательном трубопроводах устанавливают задвижки. На нагнетательном трубопроводе, между насосом и задвижкой устанавливают обратный клапан.

В соответствии с рекомендациями проектной организации, применяют затворную жидкость, чаще всего используется минеральное мало вязкостью 10...30 сСт при 50° С. При низких температурах окружающей среды применяют жидкость с температурой застывания ниже минимальной температуры воздуха.

Перед тем как производить центрирование проверяют затяжку резьбовых соединений. Двигатель обязательно заземляют. Перед тем как присоединить муфту проверяют направление вращения электродвигателя. Электродвигатель должен вращаться по часовой стрелке если смотреть на него со стороны насоса (правое вращение).

Из муфты удаляют промежуточный валик и закладывают смазку, состав которой 50% пресс солидола С по ГОСТ 4366-76 и 50% графита П по ГОСТ 8295-73 в количестве $\approx 0,6$ кг.

Специальные скобы и индикаторы часового типа применяют для проверки центровки. На полумуфтах валов устанавливают скобы в вертикальное положение (нулевое) и устанавливают стрелки индикатора на ноль. Затем поворачивают валы насоса и электродвигателя и каждые 90 градусов фиксируют показания индикатора. Несоосность и непараллельность не должна превышать 0,1 мм на 500 мм диаметра вала.

Для охлаждения насосов в помещении используют воду, для насосов, установленных на открытом воздухе применяют керосин или антифриз.

2.4 Организация ремонтной службы и способы производства ремонтных работ насосов

Нефтегазовое производство, как и любое другое, требует ремонта промышленных объектов. Механические цех и главный механик в частности руководят ремонтом технологического и механического оборудования, технологических сооружений.

Ремонт оборудования может быть необходим по причинам:

- износ деталей раньше установленного срока (это может быть вызвано неравнопрочностью деталей);
- модернизация агрегата;
- плановый (текущий) ремонт.

Правильное техническое обслуживание может существенно сократить ремонтные работы и увеличить срок службы оборудования. Техническое обслуживание включает в себя:

- уход (чистка, смазка, контроль исправности с ведением журнала состояния оборудования);
- мелкий ремонт (устранение небольших дефектов, подтяжка креплений, регулировка, замена прокладок и выполнение работ, отмеченных в сменном журнале; смены запасных частей при этом на предусмотрена).

При текущем ремонте восстанавливается работоспособность агрегата, заменяются или восстанавливаются отдельные части.

Так же, для восстановления первоначальных характеристик насоса проводят капитальный ремонт. Во время капитального ремонта восстанавливают детали, вплоть до корпусных и производят все работы текущего ремонта.

В зависимости от габаритов агрегата применяют различные способы ремонтных работ:

1. Поагрегатный. Насос снимают с фундамента и отправляют в ремонтный цех. Этот способ экономически выгодный, когда предприятие ставит на замену ремонтируемого насоса другой, тем самым обеспечивая бесперебойную работу производства.

2. Крупноузловой. При данном способе ремонта изношенные узлы заменяют новыми, заранее подготовленными. Так например в центробежном насосе производят замену ротора с подшипниками и уплотнительными кольцами.

3. Индивидуальный. Применяется когда нет возможности осуществить два предыдущих. Детали восстанавливают в зависимости от их повреждений, по наиболее подходящей технологии для каждого случая.

Рассмотрим типовые ремонтные работы для центробежного насоса. Его ремонт производят в соответствии с техническим состоянием.

Текущий ремонт. Текущий ремонт включает в себя:

- проверку осевого разбега ротора;
- регулировку осевого разбега ротора;
- контроль состояния подшипников качения;
- ремонт или замена торцевых уплотнений;
- ремонт или замена защитных гильз вала;
- смена масла;
- центровка электродвигателя.

Средний ремонт. Включает в себя все работы текущего ремонта. Но также выполняются:

- дефектоскопия рабочих колес, при необходимости их замена;
- ремонт или замена уплотнений рабочего колеса и корпуса;
- проверка биения ротора;
- динамическая балансировка (при необходимости);
- контроль соединительной муфты;
- очистка и промывка масляных емкостей подшипников;

- контроль резьбовых соединений насоса;
- контроль вала на дефекты.

Капитальный ремонт. Включает в себя весь объем работ предыдущих двух. А также:

- расточка и загильзовка посадочных мест корпуса насоса под подшипники, диафрагму, уплотнительные кольца и др.
- нарезание ремонтных резьб.
- контроль горизонтальности корпуса насоса;
- ремонт фундамента;
- обкатка и испытание насоса.

Хорошее техническое обслуживание, а также своевременный ремонт значительно подливают работу оборудования.

2. Расчетная часть

Исходные данные:

Марка насоса: НКВ 360/200 – С в 70УТТ У2 ТУ 26-02-766-84

Перекачиваемая среда: фракция НК-85°С

Температура среды: 80°С

Упругость паров фракции, p_n : 0,105 МПа

Плотность среды, ρ : 720 кг/м³

Кинематическая вязкость, ν : $1,3 \cdot 10^{-6}$ м²/с

Давление на свободную поверхность в питательной емкости, P_1 : 0,16 МПа

Давление на свободную поверхность в колонне, P_2 : 0,8 МПа

Давление гидроиспытания корпуса насоса, $P_{пр.}$: 7,5 МПа

Масса агрегата, m : 2235 кг

Подпор, h_1 : 10 м

Геометрическая высота нагнетания, h_2 : 28 м

Таблица 1 – Характеристика трубопроводов насоса

Показатель	Всасывающий	Нагнетательный
Диаметр трубопровода, м	0,3	0,2
Длина трубопровода, м	30	30
Количество резких поворотов на 90°	3	3
Количество полностью открытых задвижек	1	1
Количество переходов	1	1
Подача, м ³ /ч	315 (Q)	315 (Q)
Тип труб	бесшовные	бесшовные
Состояние труб	новые	новые
Дополнительное сопротивление	-	обратный клапан

2.1 Определение потребного напора

Для определения средней скорости течения жидкости во всасывающем трубопроводе $v_{всас.}$, м/с используем формулу [1]:

$$v_{всас.} = \frac{Q \times 4}{\pi \times d_1^2 \times 3600}, \quad (1)$$

где Q – подача через всасывающий трубопровод, $Q=315$ м³/ч;
 d_1 – внутренний диаметр всасывающего трубопровода, $d_1=0,3$ м.

$$v_{всас.} = \frac{315 \times 4}{3,14 \times 0,3^2 \times 3600} = 1,24 \text{ м/с}$$

Для определения средней скорости течения жидкости в напорном трубопроводе $v_{напр.}$, м/с Используем формулу (1):

$$v_{нагр.} = \frac{Q \times 4}{\pi \times d_2^2 \times 3600}$$

где d_2 – внутренний диаметр напорного трубопровода, $d_2=0,2$ м.

$$v_{нагр.} = \frac{315 \times 4}{3,14 \times 0,2^2 \times 3600} = 2,8 \text{ м/с}$$

Среднюю скорость течения жидкости в напорном трубопроводе, идущем в колонну $v_{нагр.1}$, м/с определим по формуле

$$v_{нагр.1} = \frac{Q_1 \times 4}{\pi \times d^2 \times 3600}$$

$$v_{нагр.1} = \frac{149 \times 4}{3,14 \times 0,2^2 \times 3600} = 1,32 \text{ м/с}$$

Для определения средней скорости течения жидкости в напорном трубопроводе $v_{напр2.}$, м/с используем формулу:

$$v_{нагр.2} = \frac{Q_2 \times 4}{\pi \times d^2 \times 3600}$$

$$v_{нагр.2} = \frac{166 \times 4}{3,14 \times 0,1^2 \times 3600} = 5,87 \text{ м/с}$$

Критерий Рейнольдса Re , вычисляем по стандартной формуле для определения этого параметра:

$$Re = \frac{v \times d}{\nu}, \quad (2)$$

где ν – кинематическая вязкость перекачиваемой жидкости, $\nu = 1,3 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$.

$$Re_{всас.} = \frac{1,24 \times 0,3}{1,3 \times 10^{-6}} = 286153$$

$$Re_{нагн.} = \frac{2,8 \times 0,2}{1,3 \times 10^{-6}} = 430769$$

$$Re_{нагн.1} = \frac{1,32 \times 0,1}{1,3 \times 10^{-6}} = 101538$$

$$Re_{нагн.2} = \frac{5,87 \times 0,1}{1,3 \times 10^{-6}} = 451538$$

Во всех трубопроводах устанавливается турбулентный режим течения жидкости, так как на всех участках число Рейнольдса, $Re > 2300$.

Коэффициент трения по длине трубопровода λ , вычисляем по формуле

$$\lambda = 0,11 \times \left(\frac{68}{Re} + \frac{\Delta}{d} \right)^{0,25}, \quad (3)$$

где Δ – шероховатость стенок, $\Delta = 0,014 \text{ мм}$ (1.табл.2).

$$\lambda_{всас.} = 0,11 \times \left(\frac{68}{286153} + \frac{0,014}{0,3} \right)^{0,25} = 0,051$$

$$\lambda_{нагн.} = 0,11 \times \left(\frac{68}{430769} + \frac{0,014}{0,2} \right)^{0,25} = 0,057$$

$$\lambda_{нагн.1} = 0,11 \times \left(\frac{68}{405384} + \frac{0,014}{0,1} \right)^{0,25} = 0,067$$

$$\lambda_{нагн.2} = 0,11 \times \left(\frac{68}{451538} + \frac{0,014}{0,1} \right)^{0,25} = 0,067$$

При вычислении потери напора на трение $\sum h_{тр.}$, м Используем формулу:

$$\sum h_{mp.} = \lambda \times \frac{L}{d} \times \frac{v^2}{2 \times g}, \quad (4)$$

где L – длина участка трубопровода, $L_{всас.}=30$ м, $L_{нагн.}=30$ м, $L_{нагн.1}=100$ м, $L_{нагн.2}=50$ м.

$$h_{тр.всас.} = 0,051 \times \frac{30}{0,3} \times \frac{1,24^2}{2 \times 9,81} = 0,4 \text{ м}$$

$$h_{тр.нагн.} = 0,057 \times \frac{30}{0,2} \times \frac{2,8^2}{2 \times 9,81} = 3,4 \text{ м}$$

$$h_{тр.нагн.1} = 0,067 \times \frac{100}{0,1} \times \frac{1,32^2}{2 \times 9,81} = 5,95 \text{ м}$$

$$h_{тр.нагн.2} = 0,0608 \times \frac{50}{0,1} \times \frac{5,87^2}{2 \times 9,81} = 53,4 \text{ м}$$

$$\sum h_{mp.} = 0,4 + 3,4 + 5,95 + 53,4 = 63,15 \text{ м}$$

Потери на преодоление местных сопротивлений $\sum h_{mn}$, м вычисляем по формуле:

$$\sum h_{mn} = \xi \times \frac{v^2}{2 \times g}, \quad (5)$$

где ξ – коэффициент местного сопротивления (2. табл.2).

$$\begin{aligned} \sum h_{mn} &= \frac{1,24^2}{2 \times 9,81} \times \left(1,5 \times 3 + 0,1 + \frac{0,3}{0,2} \right) + \frac{2,8^2}{2 \times 9,81} \times \left(1,5 \times 3 + 0,1 + \frac{0,2}{0,1} + 10 \right) + \\ &+ \frac{1,32^2}{2 \times 9,81} \times (1,5 \times 3 + 0,1 + 1) + \frac{5,87^2}{2 \times 9,81} \times \left(1,5 \times 3 + 0,1 + \frac{0,1}{0,25} \right) = \\ &= 0,48 + 6,63 + 0,22 + 8,8 = 16,13 \text{ м} \end{aligned}$$

Потери напора h_{1-2} , м вычисляем по формуле

$$\begin{aligned} h_{1-2} &= \sum h_{mp.} + \sum h_{mn} \\ h_{1-2} &= 63,15 + 16,13 = 79,28 \text{ м} \end{aligned}$$

Потребный напор H_n , м вычисляем по формуле

$$H_n = -h_1 + h_2 + \frac{P_2 - P_1}{\rho \times g} + h_{1-2}, \quad (6)$$

где h_1 – геометрическая высота всасывания, $h_1=10$ м;

h_2 – геометрическая высота нагнетания, $h_2=28$ м;

ρ – плотность перекачиваемой жидкости, $\rho=720$ кг/м³;

P_1 – давление в емкости Е-3, $P_1=0,16 \cdot 10^6$ Па;

P_2 – давление в колонне К-3, $P_2=0,8 \cdot 10^6$ Па.

$$H_n = -10 + 28 + \frac{0,8 \times 10^6 - 0,16 \times 10^6}{720 \times 9,81} + 79,28 = 187,9 \text{ м}$$

2.2 Расчет привода насоса

Цель расчета – подобрать электродвигатель, необходимый для нормальной работы насоса.

Необходимую мощность электродвигателя насоса N , Вт вычисляем по формуле

$$N = k \times \frac{\rho \times g \times H \times Q}{\eta}, \quad (7)$$

где η – КПД насоса, $\eta=0,8$;

k – коэффициент возможной перегрузки, $k=1,2$;

H – напор насоса, $H=187,9$ м;

Q – производительность насоса, $Q=0,0875$ м³/с.

$$N = 1,2 \times \frac{720 \times 9,81 \times 187,9 \times 0,0875}{0,8} = 174,2 \text{ Вт} \approx 174 \text{ кВт}$$

На основании расчетов 2.2.1 и 2.2.2 принимаем электродвигатель ВАО2-450М-2 с номинальной мощностью $N=200$ кВт и насос НКВ 360/200–394 С 70УТТ У2 ТУ 26-02-766-84,

где “Н” – нефтяной;

“К” – с консольным расположением рабочего колеса;

“В” – с предвключенным колесом;

“360” – производительность насоса, м³/ч;

“200” – напор насоса, м.ст.ж.;

“394” – диаметр рабочего колеса уменьшен при обточке до 394 мм;

“С” – насос изготовлен из углеродистой стали;

“70УТТ” – с торцовым уплотнением вала типа “Тандем” диаметром 70 мм;

“У2” – климатическое исполнение.

2.3 Расчет допустимой высоты всасывания

Цель расчета – определение высоты установки насоса для обеспечения работы насоса без эффекта кавитации.

Допускаемую высоту всасывания или минимальный подпор h_s , м определяем по формуле:

$$h_s = \frac{p_a}{\rho} \times 10^4 - \frac{p_n}{\rho} \times 10^4 - \Delta h_{\text{дон}} - h_{\text{всас.}}, \quad (8)$$

где p_a – абсолютное давление на свободную поверхность жидкости в емкости Е-3, кгс/см²;

$$p_a = P_1 + 1 = 1,6 + 1 = 2,6 \text{ кгс/см}^2 \quad (9)$$

p_n – упругость паров фракции НК-85° С при рабочей температуре, $p_n = 1,05$ кгс/см²;

Δh – допустимый кавитационный запас для насоса НКВ-360/200, $\Delta h = 7,5$ м;

$h_{\text{всас}}$ – потери напора во всасывающем трубопроводе, $h_{\text{всас}} = 0,88$ м.

$$h_s = \frac{2,6}{720} \times 10^4 - \frac{1,05}{720} \times 10^4 - 7,5 - 0,88 = 36,1 - 14,6 - 7,5 - 0,88 = 13,2 \text{ м}$$

Принимаем $h_s = 12$ м (допускаемая высота всасывания).

2.4 Расчет корпуса насоса

Корпус насоса следует рассчитывать, считая его короткой цилиндрической оболочкой

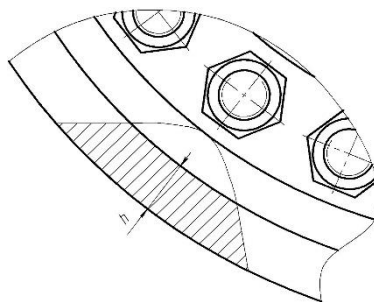


Рисунок 11 – Расчетный эскиз

Для определения напряжений, возникающих в оболочке σ_1 , σ_2 , МПа используем следующую формулу:

$$\sigma_1 = \sigma_2 = \frac{p \times R}{2 \times h}, \quad (10)$$

где p – давление гидравлического испытания корпуса, $p=7,5$ МПа;

R – внутренний радиус цилиндрического корпуса, $R=0,217$ м;

h – толщина стенки корпуса насоса, $h=0,034$ м.

$$\sigma_1 = \sigma_2 = \frac{7,5 \times 0,217}{2 \times 0,034} = 23,9 \text{ МПа}$$

Для коротких сферических оболочек должно выполняться следующее условие прочности:

$$\sigma_1 \leq [\sigma] = \frac{\varepsilon \times \sigma_m}{n}, \quad (11)$$

где ε – коэффициент влияния толщины стенки корпуса, $\varepsilon=1$;

σ_m – предел текучести стали 25Л при 80° С, $\sigma_m=200$ МПа;

n – коэффициент запаса прочности для стали, $n=3$.

$$23,9 < [\sigma] = \frac{1 \times 200}{3}$$

Получаем следующее соотношение:

$$23,9 \text{ МПа} < 66,67 \text{ МПа}$$

Согласно полученным расчетам условие прочности для корпуса выполняется.

2.5 Технология изготовления вала

Материал заготовки сталь 40Х.

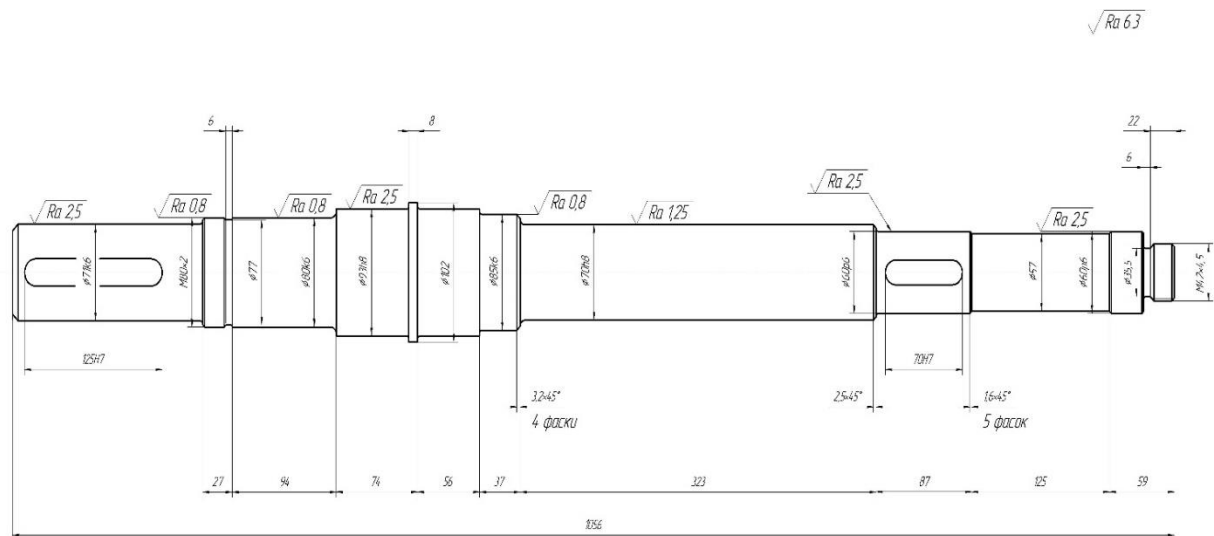


Рисунок 12 – Эскиз вала (операционный)

Рассмотрим порядок технологических операций:

1. Контрольная - проверить состояние проката на наличие поверхностных дефектов, трещин, плен, забоин визуально. Проверить наличие сертификата на круглый прокат; Проверить диаметр заготовки ($\phi 105$ мм), полноту проведения испытаний; при отсутствии сертификата произвести химический анализ и механические испытания круга $\phi 105$ 40Х согласно ГОСТ 4543-71.
2. Заготовительная - разметить и отрезать заготовку на вал с припуском на механическую обработку 40Х $\phi 105$ мм, L=1060 мм.
3. Токарная - установить заготовку вала в станок. Точить заготовку вала под предварительную термообработку $\phi 104$ мм, L=1058 мм.
4. Контрольная - проверить геометрические характеристики: диаметр и длину заготовки.
5. Термическая - произвести улучшение металла: закалка $t=840-860^\circ$ С. Охлаждающая среда – масло. Отпуск $t=540-580^\circ$ С. Охлаждающая среда – масло или воздух с печью.

6. Контрольная – зачистить заготовку вала. Произвести контроль твердости заготовки вала. $HB \geq 280$.
7. Токарная - точить вал под УЗД. Диаметр и длина вала в размер согласно чертежа: $\varnothing 103$ мм, $L=1057$ мм.
8. Контрольная - проверить геометрические характеристики: $\varnothing 103$ мм, $L=1057$. Произвести УЗД заготовки вала согласно ГОСТ 14782-86, ГОСТ 24507-80.
9. Токарная - точить вал в соответствии с чертежом в центрах с припуском под шлифовку. $\varnothing_n 102,5$ мм, $L=1056$ мм. Точить и нарезать резьбы. Подрезы и острые углы в местах переходов не допускаются.
10. Контрольная - произвести контроль геометрических размеров вала: основные диаметры и длину вала. Контролировать резьбы на валу по калибру.
11. Фрезерная - фрезеровать пазы согласно чертежу в размер.
12. Контрольная - произвести контроль размеров пазов.
13. Термическая - вал калий ТВЧ. $HRC=48-52$. Отпустить $t=180-220^\circ C$.
14. Контрольная. - зачистить каленую поверхность. Произвести замер твердости $HRC=48-52$.
15. Шлифовальная - шлифовать вал согласно чертежу.
16. Контрольная - контролировать диаметры вала, длину, резьбы. Произвести цветную дефектоскопию вала в лаборатории ОТН.
17. Клеймение - клеймить вал с торца: НКВ 360/200 и номер партии.

2.6 Расчет и выбор стальных канатов для строп

Предмонтажное положение вызывает максимальное разрывное усилие, которое возникает при подготовке агрегата к монтажу [3].

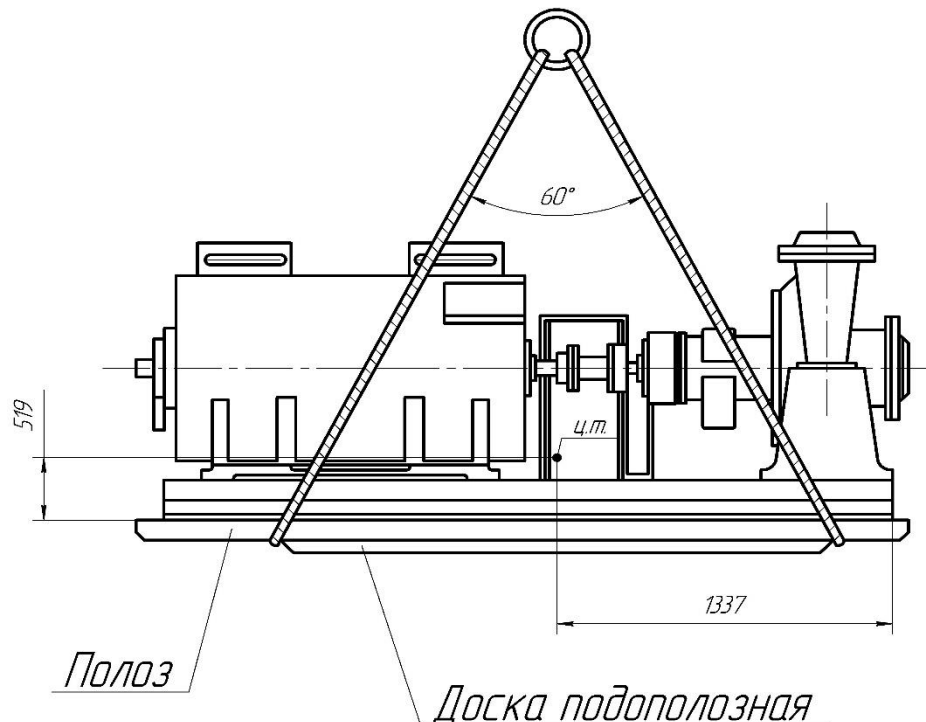


Рисунок 12 – Схема строповки

Разрушающая нагрузка, возникающая в канате от веса агрегата S , Н вычисляем по формуле

$$S = \frac{k \times G}{n \times \cos \alpha}, \quad (12)$$

где k – коэффициент неравномерности загрузки стропов, $k=1,35$ (4.стр.58);

G – вес агрегата, Н;

$$G = m \times g \quad (13)$$

n – число ветвей стропа, $n=4$;

α – угол наклона стропа к оси, проходящей через центр тяжести, $\alpha=30^\circ$.

$$G = 2235 \cdot 9,81 = 21925 \text{ Н}$$

$$S = \frac{1,35 \times 21925}{4 \times \cos 30^\circ} = 8544 \text{ Н}$$

Необходимое разрывное усилие F_0 , Н вычисляем по формуле

$$F_0 \geq z_p \times S, \quad (14)$$

где z_p – коэффициент использования, $z_p=2,5$ [4, стр. 57].

$$F_0 \geq 2,5 \times 8544 = 21360 \text{ Н}$$

Для стропов принимаем стальной канат типа ЛК-РО (6×36×1 о.с.) по ГОСТ 7668-69 диаметром проволоки 13 мм, с временным сопротивлением разрыву 180 кг×с/мм² и разрывным усилием $F_0= 103000$ Н.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-4E41	Шилов Анатолий Викторович

Школа	Инженерная школа природных ресурсов	Отделение школы (НОЦ)	Отделение нефтегазового дела
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.02. «Технологические машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов»

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	- Оклад руководителя проекта – 24264 руб. в месяц. - Оклад студента – 1850 руб. в месяц; - Человеческие ресурсы – 2 человека (руководитель и дипломник). Электроэнергия - 3,42 руб. за 1 кВт.ч Информационный – интернет - 650 руб/месяц Материально-технический – оборудование отделения ОНД
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Нормы расхода материалов, тарифные ставки заработной платы рабочих, нормы амортизационных отчислений, нормы времени на выполнение операций в ходе выполнения операций согласно справочникам. 30 % премии к заработной плате 20 % надбавки за профессиональное мастерство 1,3 - районный коэффициент для расчета заработной платы.
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	На основании пункта 425 ст. закона 27.11.2017 № 361-ФЗ. 3 для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность вводится пониженная ставка – 27,1% Страховые взносы и выплаты, производимые в пользу физических лиц за счет средств гранта (пункт 1 статьи 420 Налогового кодекса Российской Федерации) Ставка НДС 18%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	1. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования. 2. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований. 3. Определение возможных альтернатив
---	---

	проведения научных исследований, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Бюджет научно – технического исследования (НТИ) 1. Структура работ в рамках научного исследования. 2. Определение трудоемкости выполнения работ. 3. Разработка графика проведения научного исследования. 4. Бюджет научно-технического исследования. 5, Основная заработная плата исполнительной темы. 6. Дополнительная заработная плата исполнительной темы. 7. Отчисление во внебюджетные фонды. 8. Накладные ресурсы. 9. Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	1. Определение интегрального показателя эффективности научного исследования. 2. Расчет показателей ресурсоэффективности.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. Альтернативы проведения НИ
4. График проведения и бюджет НИ
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Трубникова Н.В.	Д.И.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-4Е41	Шилов Анатолий Викторович		

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

4.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Потенциальными потребителями расчета и подбора насоса являются коммерческие организации нефтегазовой отрасли, а именно организации, осуществляющие добычу нефти. Научное исследование направлено на крупные предприятия, которые планируют установки системы сбора и подготовки нефти.

В таблице 1 отражена сегментация рынка по следующим критериям: размер компании-заказчика и направление деятельности. Анализ рынка выполнялся на основе компаний АО «ГМС Нефтемаш» (фирма А), ООО «ТСК» (фирма Б), АО НТК «МодульНефтеГазКомплект» (фирма В).

Таблица 2 - Карта сегментирования рынка

		Обследование	Подбор средств реализации	Разработка проекта	Внедрение
Размер компании	Мелкие		Б	Б	
	Средние		А	В	А
	Крупные	В		В	В

	АО «ГМС Нефтемаш»
	ООО «ТСК»
	АО НТК «МодульНефтеГазКомплект»

На приведенной карте сегментирования видно, что свободными остаются следующие сегменты рынка: обследование для мелких и средних компаний, внедрение для мелких компаний, а также подбор средств реализации для крупных компаний.

4.2 Анализ конкурентных технических решений

Анализ конкурентных технических решений с позиции

ресурсоэффективности и ресурсосбережения проводится с помощью оценочной карты для сравнения конкурентных технических решений, приведенной в таблице 2. В качестве конкурентов для проектируемой АСУ ТП БКНС (разработка) рассматриваются: проект сторонней компании (конкурент 1) и существующая система управления БКНС (конкурент 2).

В качестве проекта сторонней компании рассматривается разработка АО НТК «МодульНефтеГазКомплект» (конкурент 1). АО НТК «МодульНефтеГазКомплект» - это современная Российская компания, специализацией которой является разработка, изготовление и поставка комплексных полностью автоматизированных установок для систем сбора и подготовки продукции скважин нефтяных и газовых месторождений. К настоящему времени более 90 объектов УПН, УПСВ, УКПГ, БКНС построенных с участием НТК МНГК эксплуатируются на нефтегазовых объектах Роснефти, ЛУКОЙЛ, ТНК-ВР, Газпрома, СИБУР, Русвьетпетро, НОВАТЭК, КазМунайГаза, МангистауМунайГаза, САУТС-ОЙЛ и других компаниях РФ и СНГ. Разработки данной компании обладают высокой безопасностью, но в тоже время являются достаточно дорогостоящими.

Существующая система КНС представлена АО «ГМС Нефтемаш». (конкурент 2). АО «ГМС Нефтемаш» является одним из ведущих в России и СНГ производителем насосного, компрессорного и модульного нефтепромыслового оборудования для нефтегазового комплекса, энергетики, жилищно-коммунального и водного хозяйства, а также динамично развивающейся инжиниринговой компанией, выполняющей широкий перечень проектных, строительно-монтажных и пуско-наладочных работ по комплексному обустройству объектов нефте- и газодобычи, объектов водного хозяйства. Оборудование данной компании уже представлено на рынке, следовательно, обладает высоким уровнем и хорошими условиям проникновения на рынок. Достаточной низкой цена системы обусловлена, самостоятельным производством части оборудования. Недостатком существующей системы является использование старого оборудования, что

сказывается на общем повышении производительности.

Таблица 3 - Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		проект	Конкурент 1	Конкурент 2	проект	Конкурент 1	Конкурент 2
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,1	5	4	5	0,5	0,4	0,5
2. Удобный в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,06	5	4	4	0,3	0,24	0,24
3. Помехоустойчивый	0,05	4	4	3	0,2	0,2	0,15
4. Энергосберегающий	0,1	4	5	3	0,4	0,5	0,3
5. Надежный	0,1	5	4	4	0,5	0,4	0,4
6. Безопасный	0,1	4	4	4	0,4	0,4	0,4
7. Простота эксплуатации	0,06	4	4	5	0,24	0,24	0,3
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,07	4	4	3	0,28	0,28	0,21
2. Уровень проникновения на рынок	0,06	1	4	4	0,06	0,24	0,24
3. Цена	0,1	4	1	3	0,4	0,1	0,3
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,2	5	4	3	1	0,8	0,6
Итого	1	45	42	41	4,28	3,8	3,64

Оценка конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$П_{\text{ср}} = \sum B_i \cdot Б_i, \quad (15)$$

где P_{cp} – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – средневзвешенное значение i -го показателя.

По результатам оценки можно выделить следующие конкурентные преимущества модернизации КНС: рост производительности труда (за счет ликвидации целодневных простоев при замене масла), повышенная надежность, длительный срок эксплуатации.

4.3 SWOT – анализ

Для получения четкой оценки проекта и его перспектив необходимо провести SWOT- анализ. SWOT - анализ - это определение сильных и слабых сторон проекта, а также возможностей и угроз, исходящих из ближайшего окружения (внешней среды).

Сильные стороны (Strengths) - преимущества проекта;

Слабости (Weaknesses) - недостатки проекта;

Возможности (Opportunities) - факторы внешней среды, использование которых создаст преимущества проекту на рынке;

Угрозы (Threats) - факторы, которые могут потенциально ухудшить положение проекта на рынке.

Применение SWOT-анализа позволит систематизировать всю имеющуюся информацию и, видя ясную картину, принимать взвешенные решения, касающиеся дальнейшего развития проекта.

Матрица SWOT приведена в таблице 4.

Таблица 4 - Матрица SWOT

	Сильные стороны проекта: С1: Простота эксплуатации механизма; С2: Сокращение затрат на обслуживание; С3: Исключение попадания продуктов коррозии; С4: Квалифицированный персонал.	Слабые стороны проекта: Сл1: Дороговизна; Сл2: Внутренние производственные проблемы;
Возможности: В1: Сотрудничество с изготовителями насосов; В2: Повышение стоимости конкурентных разработок.	В1С1С2С3 – данный насос, имеющую сильные стороны как сокращение затрат на обслуживание, можно успешно продвигать на рынке, внедряя его в компании различных размеров. В2С2 – демонстрация возможностей на выставках.	В1Сл1 – проблему дороговизны можно решить путем изменения технологии производства насоса и ее элементов в сторону удешевления. При этом необходимо сохранить технические характеристики.
Угрозы: У1: Отсутствие спроса; У2: Снижение бюджета на разработку.	У1У3С1С2 – насос прост в эксплуатации, имеет упрощенную конструкцию. Эти показатели являются одними из важнейших, следовательно, насос будут так же востребованы, как и сейчас. По этим же показателям велика вероятность, что насос будет дальше занимать свою нишу на рынке.	У1Сл1 – угроза отсутствия спроса обусловлена ценой насоса и дополнительного оборудования. Необходимо рассмотреть возможность снижения цены за счет сотрудничества с производителями, а также акцентировать внимание возможного потребителя на сильных сторонах проекта, т.е. надежности, редкого обслуживания, легкости в ремонте.

4.4 Технология QuaD

Технология QuaD (QUality ADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать

решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект.

Оценка по технологии QuaD приведена в таблице 5.

Таблица 5 - Оценочная карта QuaD

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение	Средневзвешенное значения
Показатели оценки качества разработки					
Мощность	0,2	70	100	0,7	0,14
Энергоэффективность	0,15	80	100	0,8	0,12
Простота эксплуатации	0,06	90	100	0,9	0,054
Безопасность	0,1	80	100	0,8	0,08
Ремонтопригодность	0,12	80	100	0,8	0,096
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
Конкурентоспособность	0,07	70	100	0,7	0,049
Цена	0,1	60	100	0,6	0,06
Срок эксплуатации	0,2	80	100	0,8	0,16
Итого:					0,759

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$P_{cp} = \sum B_i \cdot B_i, \quad (16)$$

где P_{cp} – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – средневзвешенное значение i -го показателя.

Значение P_{cp} позволяет говорить о перспективах разработки и качестве проведенного исследования. Если значение показателя P_{cp} получилось от 80 до 100, то такая разработка считается перспективной. Если от 60 до 79 – то перспективность выше среднего. Если от 40 до 69 – то перспективность

средняя. Если от 20 до 39 – то перспективность ниже среднего. Если 19 и ниже – то перспективность крайне низкая.

$$P_{cp} = 75,9$$

Данное значение лежит в интервале от 60 до 79, следовательно, перспективность разработки проекта модернизации – выше среднего.

4.5 Планирование научно-исследовательских работ

Структура работ в рамках научного исследования

При организации научно-исследовательской работы необходимо планировать занятость каждого участника и определить сроки выполнения этапов работ. При реализации проекта рассматриваются два исполнителя: руководитель (Р), студент (С). Выделенные этапы представлены в таблице 6.

Таблица 6 - Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Исполнители
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель Студент
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Руководитель Студент
	3	Календарное планирование работ по теме	Руководитель Студент
	4	Выбор направления	Студент
Разработка и проектирование модернизации	5	Описание процесса	Студент
	6	Разработка схемы модернизации	Студент
Обобщение и оценка результатов	7	Анализ результатов	Руководитель Студент
	8	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель Студент
Оформление отчета по НИР (комплекта документации)	9	Оформление отчета	Студент

Определение трудоемкости и разработка графика выполнения работ

Для построения линейного графика необходимо рассчитать длительность этапов в рабочих днях, а затем перевести в календарные дни. Расчет продолжительности выполнения каждого этапа в рабочих днях выполняется по формуле:

$$T_{РД} = \frac{t_{ож}}{K_{ВН}} \cdot K_{Д}, \quad (17)$$

где $t_{ож}$ – трудоемкость работы, чел/дн.;

$K_{ВН}$ – коэффициент выполнения работ ($K_{ВН} = 1$);

$K_{Д}$ – коэффициент, учитывающий дополнительное время на компенсации и согласование работ ($K_{Д} = 1,2$).

Расчет продолжительности этапа в календарных днях ведется по формуле:

$$T_{КД} = T_{РД} \cdot T_{К},$$

где $T_{РД}$ – продолжительность выполнения этапа в рабочих днях,

$T_{КД}$ – продолжительность выполнения этапа в календарных днях,

$T_{К}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности рассчитывается по формуле:

$$T_{К} = \frac{T_{КАЛ}}{T_{КАЛ} - T_{ВД} - T_{ПД}}, \quad (18)$$

где $T_{КАЛ}$ – календарные дни ($T_{КАЛ} = 365$),

$T_{ВД}$ – выходные дни ($T_{ВД} = 104$),

$T_{ПД}$ – праздничные дни ($T_{ПД} = 14$).

$$T_{К} = \frac{365}{365 - 118} = 1,478$$

Для расчета ожидаемого значения продолжительности работ $t_{ож}$ применяется две оценки: t_{min} и t_{max} (метод двух оценок).

$$t_{ож} = \frac{3t_{min} + 2t_{max}}{5}, \quad (19)$$

где t_{min} – минимальная трудоемкость работ, чел/дн.,

t_{max} – максимальная трудоемкость работ, чел/дн.

Из расчета ожидаемой трудоемкости работ, определим

продолжительность каждой работы в рабочих днях T_{pi} учитывая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями:

$$T_{pi} = \frac{T_{oji}}{ч_i}, \quad (20)$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

T_{oji} - ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

$ч_i$ - численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Для построения диаграммы Ганта, переведем длительность каждого из этапов работ в календарные дни:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot T_k, \quad (21)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

T_k – коэффициент календарности.

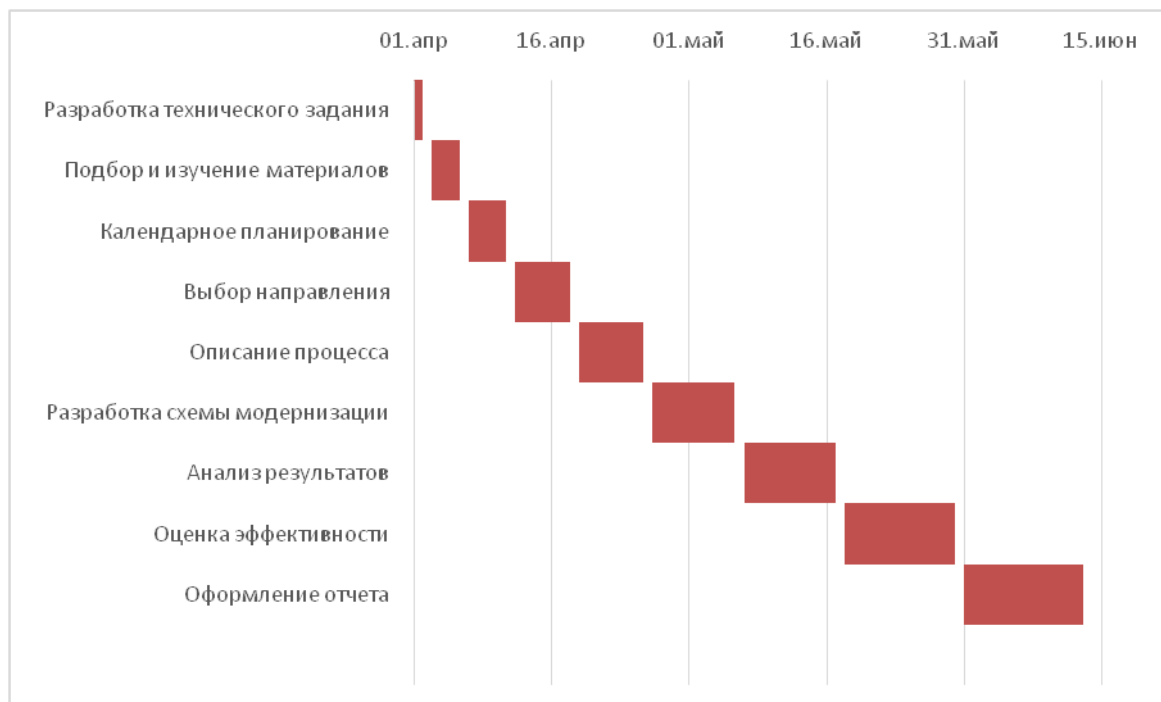
Расчет трудозатрат на выполнение проекта приведен в таблице 6.

Таблица 7 - Временные показатели проведения научного исследования

№ работ	Трудоемкость работ						Исполнители	T _{pi}	T _{ki}
	t _{mini}		t _{maxi}		t _{ожи}				
	C	P	C	P	C	P		C+P	C+P
1	2	1	3	2	2,4	1,4	2	1,9	2,81
2	10	3	17	5	12,8	3,8	2	8,3	12,27
3	5	2	7	3	5,8	2,4	2	4,1	6,06
4	2	0	3	0	2,4	0	2	1,2	1,77
5	3	0	5	0	3,8	0	1	3,8	5,62
6	40	0	60	0	48	0	1	48	70,94
7	2	2	3	3	2,4	2,4	2	2,4	3,55
8	2	2	3	3	2,4	2,4	2	2,4	3,55
9	7	0	10	0	8,2	0	1	8,2	12,12
Итого:	73	10	111	16	88,2	12,4		80,3	118,68

На основании таблицы 7 построим диаграмму Ганта (таблица 8), представляющую из себя ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения работ.

Таблица 8 - Календарный план-график



4.6 Бюджет научно-технического исследования

В состав бюджета выполнения работ по научно-технической работе включает вся себя стоимость всех расходов, необходимых для их выполнения. При формировании бюджета используется группировка затрат по следующим статьям:

- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

Расчет материальных затрат

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$З_M = (1 + k_T) * \sum_{i=1}^m Ц_i + N_{рас\ xi}, \quad (21)$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{рас\ xi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.),

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.),

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Транспортные расходы примем в размере 10% от стоимости материалов.

Для разработки проекта модернизации необходимы следующие материальные ресурсы: мышь, принтер, бумага, канцелярские принадлежности.

Материальные затраты рассчитаны в таблице 9.

Таблица 9 - Материальные затраты

Наименование	Ед. измерения	Количество			Цена за ед., руб.			Затраты на материалы, (З _м), тыс.руб.		
		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Маслостанция	шт	1	1	1	654000	720000	840000	654000	720000	840000
Компьютер	шт	1	0	0	32000	0	0	32000	0	0
Итого								686000	720000	840000

Основная заработная плата исполнителей темы

По данной статье расходов планируется и учитывается основная заработная плата исполнителей, непосредственно участвующих в разработке проекта модернизации:

$$C_{\text{осн зп}} = \sum t_i * C_{\text{зп}i}, \quad (22)$$

где t_i - затраты труда, необходимые для выполнения i -го вида работ, в рабочих днях,

$C_{\text{зп}i}$ - среднедневная заработная плата работника, выполняющего i -ый вид работ, (руб./день).

Среднедневная заработная плата определяется по формуле:

$$C_{\text{зп}i} = \frac{D+D*K}{F}, \quad (23)$$

где D – месячный оклад работника (в соответствии с квалификационным уровнем профессиональной квалификационной группы),

K - районный коэффициент (для Томска – 30%),

F – количество рабочих дней в месяце (в среднем 22 дня).

Расходы на основную заработную плату определяются как произведение трудоемкости работ каждого исполнителя на среднедневную заработную плату.

Расчет затрат на основную заработную плату приведен в таблице 10.

Таблица 10 - Расчет основной заработной платы

№	Наименование этапов	Исполнители по категориям	Трудоем- кость, чел.- дн.			Заработ- ная плата, приходя- щаяся на один чел.- дн., тыс. руб.	Всего заработная плата по тарифу, тыс. руб.		
			Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
1	Календарное планирование работ по теме	Руководитель, студент	2	3	2	2,55	5,1	7,65	5,1
2	Выбор темы исследований	Руководитель, студент	13	15	14	2,55	33,15	38,25	35,7
3	Разработка и проектирование модернизации	Студент	16	20	22	1,2	19,2	24	26,4
4	Обобщение и оценка результатов	Руководитель, студент	22	22	22	2,55	56,1	56,1	56,1
5	Составление пояснительной записки	Студент	13	12	13	2,55	33,15	30,6	33,15
Итого:							146,7	156,6	156,45

Настоящая статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением научно-технического исследования, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$З_{\pi} = З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}} \quad (24)$$

где $З_{\text{осн}}$ – основная заработная плата;

$З_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата (12-20 % от $З_{\text{осн}}$).

Основная заработная плата ($З_{\text{осн}}$) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$З_{\text{осн}} = T_p \times З_{\text{дн}} \quad (25)$$

где $З_{\text{осн}}$ – основная заработная плата одного работника;

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.;

$З_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{\text{дн}} = \frac{З_{\text{м}} \times M}{F_{\text{д}}} = \frac{45364,8 \times 10,4}{185} = 2550,23 \text{ руб.}$$

где $З_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя; при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Таблица 11 - Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней: - выходные - праздничные	118	118
Потери рабочего времени: - отпуск - невыходы по болезни	62	72
Действительный годовой фонд рабочего времени	185	175

Месячный должностной оклад работника:

$$Зм = Зтс \cdot (1 + кпр + кд) \cdot кр = 23264 \cdot (1 + 0,2 + 0,3) \cdot 1,3 = 45364,8 \text{ руб.},$$

где Зтс – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

кпр – премиальный коэффициент, равный 0,2 (т.е. 20% от Зтс);

кд – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 - 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15- 20 % от Зтс);

кр – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Тарифная заработная плата Зтс находится из произведения тарифной ставки работника 1-го разряда $Tci = 600$ руб. на тарифный коэффициент кт и учитывается по единой для бюджетной организации тарифной сетке. Для предприятий, не относящихся к бюджетной сфере, тарифная заработная плата (оклад) рассчитывается по тарифной сетке, принятой на данном предприятии.

За основу оклада берется ставка работника ТПУ, согласно занимаемой должности. Из таблицы окладов для доцента (степень – кандидат наук) – 23264 руб., для ассистента (степень отсутствует) – 14584 руб.

Таблица 12 - Расчет основной заработной платы для исполнения 1

Исполнители	Зтс, тыс. руб.	кпр	кд	кр	Зм, тыс. руб.	Здн, тыс. руб.	Тр, раб. дн.	Зосн, тыс. руб.
Руководитель	23264	0,2	0,3	1,3	45365	2062,04	10	20620,36
Студент	14584	0	0	1,3	18959	861,78	56	48259,78
Итого:								68880,15

Таблица 13 - Расчет основной заработной платы для исполнения 2

Исполнители	Зтс, тыс. руб.	кпр	кд	кр	Зм, тыс. руб.	Здн, тыс. руб.	Тр, раб. дн.	Зосн, тыс. руб.
Руководитель	23264	0,2	0,3	1,3	45365	2062,04	12	24744,44
Студент	14584	0	0	1,3	18959	861,78	60	51706,91
Итого: 72								76451,35

Таблица 14 - Расчет основной заработной платы для исполнения 3

Исполнители	Зтс, тыс. руб.	кпр	кд	кр	Зм, тыс. руб.	Здн, тыс. руб.	Тр, раб. дн.	Зосн, тыс. руб.
Руководитель	23264	0,2	0,3	1,3	45365	2062,04	10	20620,36
Студент	14584	0	0	1,3	18959	861,78	63	54292,25
Итого: 73								74912,62

Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}}, \quad (26)$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12-0,15).

Таблица 15 - Дополнительная заработная плата

Исполни- тель	Основная заработная плата, руб.			Коэффи- циент дополни- тельной заработной платы	Дополнительная заработная плата, руб.		
	Испол- нитель 1	Испол- нитель 2	Испол- нитель 3		Испол- нитель 1	Испол- нитель 2	Испол- нитель 3
Руководи- тель	20620,36	24744,44	20620,36	0,15	3093,05	3711,67	3093,05
Студент	48259,78	51706,91	54292,25		7238,97	7756,04	8143,84
ИТОГО					10332,02	11467,70	11236,89

Отчисления во внебюджетные фонды

Величина отчислений по внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{внеб} = k_{внеб} \cdot (З_{осн} + З_{доп}), \quad (27)$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

В 2018 г. в соответствии с Федеральным законом от 27.11.2017 № 361-ФЗ установлены следующие тарифы страховых взносов:

ПФР – 0.22 (22%), ФСС

РФ – 0.029 (2,9%),

ФФОМС – 0,051 (5,1%),

следовательно, $k_{внеб} = 0,3$.

Таблица 16 - Отчисления во внебюджетные фонды

Исполни- тель	Основная заработная плата, руб.			Дополнительная заработная плата, руб.			Отчисления во внебюджетные фонды		
	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Руководи- тель	20620,3 6	24744,4 4	20620,3 6	3093,0 5	3711,6 7	3093,0 5	7114,02	8536,83	7114,02
Студент	48259,7 8	51706,9 1	54292,2 5	7238,9 7	7756,0 4	8143,8 4	16649,6 3	17838,8 9	18730,8 3
Коэффициен т отчислений во внебюджетн ые фонды	0,3								
Итого	23763,65			26375,72			25844,85		

Накладные расходы

Величина накладных расходов определяется по формуле:

$$З_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 5) \cdot k_{\text{нр}}, \quad (28)$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы (принимается равным 0,05).

$$З_{\text{накл}} (1) = (686000 + 20620,36 + 48259,78 + 10332,05 + 23763,65) \cdot 0,05 = 39450 \text{ руб.}$$

$$З_{\text{накл}} (2) = (720000 + 24744,44 + 51706,91 + 11467,7 + 26375,72) \cdot 0,05 = 41715 \text{ руб.}$$

$$З_{\text{накл}} (3) = (840000 + 20620,36 + 54292,25 + 11236,89 + 25844,85) \cdot 0,05 = 47600 \text{ руб.}$$

Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта. Определение

бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведено в таблице 16.

Таблица 17 - Бюджет затрат на НИР

Наименование статьи	Сумма, руб. (исполнение 1)	Сумма, руб. (исполнение 2)	Сумма, руб. (исполнение 2)
Материальные затраты	686000	720000	840000
Основная заработная плата	68880	76451	74912
Дополнительная заработная плата	10332	11468	11237
Страховые взносы	23764	26376	25845
Накладные расходы	39450	41715	47600
Итого:	828426	876010	999594

Бюджет затрат НТИ по первому варианту составил 828426 рублей, что ниже затрат по второму и третьему варианту. Наибольшие затраты приходятся на приобретение оборудования.

Определение ресурсоэффективности проекта

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности. Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования.

Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп } i} = \frac{\Phi_{\text{pi}}}{\Phi_{\text{max}}} \quad (29)$$

где $I_{\text{финр исп } i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Для 1-ого варианта исполнения имеем:

$$I_{\text{финр исп } i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{828426}{999594} = 0,829$$

Для 2-ого варианта имеем:

$$I_{\text{финр исп } i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{876010}{999594} = 0,876$$

Для 3-ого варианта имеем:

$$I_{\text{финр исп } i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{999594}{999594} = 1$$

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i \quad (30)$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности;

a_i – весовой коэффициент разработки;

b_i – балльная оценка разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания.

Таблица 18 - Сравнительная оценка характеристик проекта

Критерии	Весо- вой коэф.	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Мощность	0,2	5	4	4
Энергоэффективность	0,2	4	5	3
Простота эксплуатации	0,1	5	4	4
Безопасность	0,2	5	4	4
Ремонтопригодность	0,1	4	4	4
Материалоёмкость	0,2	5	4	3
Итого:	1			

Рассчитываем показатель ресурсоэффективности:

$$I_p - \text{исп1} = 0,2 \cdot 5 + 0,2 \cdot 4 + 0,1 \cdot 5 + 0,2 \cdot 5 + 0,1 \cdot 4 + 0,2 \cdot 5 = 4,7.$$

$$I_p - \text{исп2} = 0,2 \cdot 4 + 0,2 \cdot 5 + 0,1 \cdot 4 + 0,2 \cdot 4 + 0,1 \cdot 4 + 0,2 \cdot 4 = 3,9.$$

$$I_p - \text{исп3} = 0,2 \cdot 4 + 0,2 \cdot 3 + 0,1 \cdot 4 + 0,2 \cdot 4 + 0,1 \cdot 4 + 0,2 \cdot 3 = 3,6.$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{испi}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{исп.1}^{финр}}; \quad I_{исп.2} = \frac{I_{p-исп2}}{I_{исп.2}^{финр}}; \quad I_{исп.3} = \frac{I_{p-исп3}}{I_{исп.3}^{финр}}; \quad (31)$$

$$I_{исп1} = 4,7 / 0,829 = 5,67,$$

$$I_{исп2} = 3,9 / 0,876 = 4,45,$$

$$I_{исп3} = 3,6 / 1 = 3,6.$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{сп_i}$):

$$\mathcal{E}_{спi} = \frac{I_{исп_i}}{I_{исп_min}} \quad (32)$$

$$\mathcal{E}_{сп1} = 5,67 / 3,6 = 1,575,$$

$$\mathcal{O}_{cp2} = 4,45 / 3,6 = 1,236,$$

$$\mathcal{O}_{cp3} = 3,6 / 3,6 = 1.$$

Таблица 19 - Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,829	0,876	1,0
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,7	3,9	3,6
3	Интегральный показатель эффективности	5,67	4,45	3,6
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,575	1,236	1,0

Показатель ресурсоэффективности проекта имеет высокое значение, что говорит об эффективности использования технического проекта.

В ходе выполнения данной части выпускной работы была доказана конкурентоспособность данного технического решения, был произведен SWOT-анализ.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-4Е41	Шилов Анатолий Викторович

Инженерная школа	Природных ресурсов	Отделение школы (НОЦ)	Нефтегазового дела
Уровень образования	Бакалавр	Направление	15.03.02 «Технологические машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения

*Объект исследования – насос типа НКВ
При эксплуатации насоса могут возникать вредные и опасные производственные факторы, влияющие на обслуживающий персонал станции.
Может быть оказано негативное воздействие на природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу).
Возможно возникновение чрезвычайных ситуаций техногенного, стихийного, экологического и социального характера*

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Производственная безопасность

1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:

- физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;
- действие фактора на организм человека;
- приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);
- предлагаемые средства защиты;
- (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства).

1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:

- механические опасности (источники, средства защиты);
- термические опасности (источники, средства защиты);
- электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты)

1.1 Анализ вредных производственных факторов при эксплуатации:

- недостаточная освещенность рабочей зоны;
- превышения уровня шума;
- превышения уровня вибраций;
- климатические условия;
- повреждения в результате контакта с животными, насекомыми, пресмыкающимися;

1.2 Анализ опасных производственных факторов:

- взрывоопасность и пожароопасность;
- электрический ток;
- острые кромки, заусенцы и шероховатости на поверхностях инструментов и оборудования;
- молниезащита.

2. Экологическая безопасность:

- защита селитебной зоны
- анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);
- анализ воздействия объекта на гидросферу

*Воздействие на атмосферу: продукты сгорания газа.
Воздействие на гидросферу: утечка жидкостей.
Воздействие на литосферу: бытовые отходы.
Обеспечению экологической безопасности:*

(сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.	- соблюдение инструкций по контролю слива смазочно- охлаждающей жидкости;
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: – перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.	Возможные ЧС на объекте: - Техногенного характера; - Природного характера; Меры предосторожности: -соблюдение правил пожарной безопасности; -действовать согласно инструкции по ЧС, предписанной данному предприятию.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	- Рациональное использование трудовых ресурсов, за счет повышения уровня организации и качества нормирования труда.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Черемискина М.С.	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-4Е41	Шилов Анатолий Викторович		

5 Социальная ответственность при эксплуатации дожимной компрессорной станции

Целью раздела «Социальная ответственность» является анализ вредных и опасных факторов труда работников при эксплуатации дожимной компрессорной станции и разработка мер защиты. В разделе также рассматриваются вопросы техники безопасности, пожарной профилактики, пожаротушения, пожарной сигнализации и охраны окружающей среды.

5.1 Производственная безопасность

Идентификация потенциальных опасных и вредных производственных факторов (ОВПФ) проводится с использованием «Классификации вредных и опасных производственных факторов по ГОСТ 12.0.003-2015». Название вредных и опасных производственных факторов в работе соответствуют приведенной классификации. Определены названия характерных видов работ и вредных производственных факторов (ОВФП).

Таблица 20 – Анализ опасных и вредных факторов

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Полевые работы: 1) Погрузочно-разгрузочные работы. 2) Монтажные и демонтажные работы. 3) Ремонт оборудования. 4) Экспертиза оборудования. 5) Настройка	1. Недостаточная освещенность рабочей зоны. 2. Превышения уровня шума. 3. Превышения уровня вибраций. 4. Климатические условия. 5. Повреждения в результате контакта с животными, насекомыми, пресмыкающимися.	1. Взрывоопасность и пожароопасность. 2. Электрический ток. 3. Острые кромки, заусенцы и шероховатости на поверхностях инструментов и оборудования.	ГОСТ 12.0.003-2015 [21]; ГОСТ 12.1.003-83 [22]; ГОСТ 12.1.012-90 [23]; ГОСТ 27409-97 [24]; ГОСТ Р 12.1.019-2009 [25]; СП 1.13130-2009 [26]; СП 2.13130-2012 [27];

оборудования.			
---------------	--	--	--

5.2 Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению

Недостаточная освещенность рабочей зоны

Недостаточное освещение рабочего места затрудняет выполнение работы, вызывает утомление, увеличивает риск производственного травматизма. Длительное пребывание в условиях недостаточного освещения сопровождается снижением интенсивности обмена веществ в организме, ослаблением его реактивности, способствует развитию близорукости.

Рекомендуется следующий порядок осуществления мероприятий по устройству искусственного освещения:

- определение площади, подлежащей освещению, а также площади наибольшей концентрации работ;
- установление нормы освещенности поля зрения в зависимости от разряда зрительных работ;
- выбор системы освещения;
- выбор источников света и расчета их необходимого количества;
- выполнение проекта распределения осветительных средств с учетом параметров их установки и необходимости обеспечения равномерного распределения светового потока.

Превышение уровня шума

Технологические процессы являются источником сильного шумового воздействия на здоровье людей, непосредственно принимающих участие в технологических процессах. Источником сильного внешнего шума на дожимной компрессорной станции являются движущиеся машины, газоперекачивающие агрегаты, системы воздушного охлаждения.

В результате исследований установлено, что шум ухудшает условия труда, оказывает вредное воздействие на организм человека.

Действие шума различно: затрудняет разборчивость речи вызывает необратимые изменения в органах слуха человека, повышает утомляемость. Предельно допустимые значения до 75 децибел, характеризующие шум, нормируются согласно по ГОСТ 27409-97 и регламентируются согласно СН 2.2.4/2.1.8.562-96.

Основные методы борьбы с шумом [22]:

- снижение шума в источнике;
- средства индивидуальной защиты (СИЗ): наушники.

Превышение уровня вибраций

Источником вибрации являются машины, оборудование и технологические процессы. Воздействие вибрации на человека классифицируется:

- по способу передачи вибрации на человека;
- по направлению действия вибрации;
- по временной характеристике вибрации.

Защита от вибрации:

- применяют рукавицы или перчатки следующих видов: со специальными виброзащитными упругодемпфирующими вкладышами, полностью изготовленные из виброзащитного материала [23];
- виброзащитные прокладки или пластины, которые снабжены креплениями к руке [30];
- использовать обувь на толстой резиновой или войлочной подошве. [23].

При защите от вибраций важную роль играет рациональное планирование режима труда и отдыха. Суммарное время воздействия вибрации не должно превышать $2/3$ продолжительности рабочей смены. Необходимо устраивать перерывы для активного отдыха, проводить физиопрофилактические процедуры, производственную гимнастику и т.д. [30].

Отклонение показателей климата на открытом воздухе

Работы, выполняемые при эксплуатации дожимной компрессорной станции, происходят как на открытых площадках, так и на закрытых. Климат на территории Российской Федерации сильно различается, но чаще всего ДКС располагаются в резкоконтинентальном климате, в зимнее время температура воздуха достигает от -55° до -60°C , летом от 35° до 40°C . Холод может привести к переохлаждению, высокие температуры к тепловому удару.

Нормирование параметров на открытых площадках не производится, но определяются конкретные мероприятия по снижению неблагоприятного воздействия их на организм рабочего. Работающие на открытой территории в зимний и летний периоды года в каждом из климатических регионов должны быть обеспечены спецодеждой [21]:

- костюмы для защиты (от токсичных веществ, от пыли, от механических воздействий, от насекомых, т.д.);
- ботинки кожаные с жестким подноском или сапоги кожаные с жестким подноском;
- сапоги резиновые с жестким подноском или сапоги болотные с жестким подноском;
- нарукавники из полимерных материалов;
- перчатки с полимерным покрытием;
- перчатки резиновые или из полимерных материалов;
- каска защитная;
- подшлемник под каску;
- очки защитные;
- маска или полумаска со сменными фильтрами;
- прочие виды защитных спецодежд.

Повреждения в результате контакта с животными, насекомыми, пресмыкающимися

В летний период человек подвержен воздействию насекомых. Насекомые и паукообразные наносят вред здоровью человека, а также являются переносчиками различных заболеваний. К таким насекомым относятся: клещи, гнус, комары, слепни, мошка и т.д.

Средствами защиты от воздействия являются: специальная одежда, инсектицидные средства, репелленты для отпугивания насекомых. [31].

5.3 Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению

Взрывоопасность и пожароопасность

Мероприятия по пожарной безопасности разделяются на четыре основные группы [26]:

- предупреждение пожаров, т.е. исключение причин их возникновения;
- ограничение сферы распространения огня;
- обеспечение успешной эвакуации людей и материальных ценностей из очага пожара;
- создание условий для эффективного тушения пожара.

Допуск работников к проведению работ должен осуществляться после прохождения ими противопожарного инструктажа. Если происходит изменение специфики работ, то необходимо провести внеочередной инструктаж.

В процессе проведения огнеопасных работ на площадке компрессорной станции и обслуживания оборудования существует возможность возникновения пожара.

В зависимости от размера и расположения очага, в качестве средств пожаротушения применяются следующие средства:

- первичные средства пожаротушения;
- огнетушители переносные, передвижные, стационарные углекислотные;

- пожарные рукава;
- пожарный инвентарь;
- установка пожаротушения.

Система автоматического пожаротушения состоит из:

- системы хранения и выпуска огнетушащего вещества – технические решения представлены в комплекте марки ПТ;
- системы обнаружения пожара и пуска модулей пожаротушения, а также формирования сигналов оповещения и отключения технологического и инженерного оборудования – технические решения представлены в комплекте марки АПТ.

Электрический ток

Наибольшую опасность для жизни и здоровья человека оказывают повышенные значения напряжения в электрической цепи, замыкание которых может произойти через тело человека при приближении на расстояние менее допустимого к не изолированным токоведущим частям и элементам оборудования, находящимся под напряжением, а также при перемещении и работе в зонах растекания тока замыкания на землю.

Действие электрического тока на человеческий организм носит многообразный характер. Проходя через организм человека, электрический ток вызывает термическое, электролитическое, биологическое и механическое действие. Такое многообразие действий электрического тока может привести к двум видам поражения: электрическим травмам и электрическим ударам.

Требования электробезопасности электроустановок производственного и бытового назначения на стадиях проектирования, изготовления, монтажа, наладки, испытаний и эксплуатации регламентируются ГОСТ Р 12.1.019-2009 «Электро-безопасность. Общие требования и номенклатуры видов защиты» [25].

Для предотвращения опасных ситуаций для жизни человека проводятся мероприятия по электробезопасности, которые включают в себя:

- все токоведущие части электрических устройств изолированы;
- по способу защиты человека от поражения электрическим током изделия средств автоматического управления соответствуют классам 1 и 2 и классу 3 по ГОСТ 12.2.007-03;
- все потребители электроэнергии имеют заземление или зануление согласно ГОСТ 12.1.030-96;
- все части устройств, находящиеся под напряжением размещены в корпусах, обеспечивающих защиту обслуживающего персонала;
- устройства снабжены световыми индикаторами включения питающей сети.

Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях инструментов и оборудования

Ущерб здоровью работника от такого физически вредного фактора как «острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях инструментов и оборудования» является не редким случаем на производстве.

В связи с тем, что острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок являются неотъемлемой, к сожалению, частью производства, то работник должен быть максимально внимателен к выполняемым работам и, в случае экстренных ситуаций уметь немедленно оказать первую медицинскую помощь пострадавшему, или же себе.

Данный вид опасностей контролируется ГОСТ 12.0.003-74 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация». [21].

5.4 Экологическая безопасность

Для организации охраны окружающей среды от негативного воздействия при эксплуатации дожимной компрессорной станции первоочередной задачей является определение конкретных источников негативного воздействия на основные элементы окружающей природной среды: на земельные ресурсы, растительность, атмосферный воздух.

В таблице 21 представлены источники негативного воздействия и природо-охранные мероприятия.

Таблица 21 – Вредные воздействия на окружающую среду

Природные ресурсы и компоненты ОС	Вредные воздействия	Природоохранные мероприятия
Земля и земельные ресурсы	Разрушение грунтов	Рациональное планирование мест и сроков проведения работ. Соблюдение нормативов отвода земель. Рекультивация земель.
	Загрязнение почвы тяжелыми углеводородами, хим.реагентами и др.	Предусмотреть сбор отходов, места и условия их временного хранения, вывоз для утилизации, уничтожения, захоронения, хим.реагентов, мусора, загрязненной среды.
	Засорение почвы производственными отходами	Вывоз и захоронение производственных отходов.
Воздушный бассейн	Выбросы: • Выхлопные газы двигателей транспортных средств и установок ГПА; • Выбросы загрязняющих веществ при пусках установок, при продувку аппаратов, технологического оборудования.	Мероприятия согласно пособию, к СНиП 11-01-95 от 01.01.1970. Планировочные мероприятия: • Устройство санитарно-защитной зоны; Технологические мероприятия: • Увеличение единичной мощности агрегатов при одинаковой суммарной производительности; • Применение в производстве более “чистого” вида топлива; • Сокращение неорганизованных выбросов; • Очистка и обезвреживание веществ и отходящих газов.

5.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

На производственной территории возможно возникновение следующих видов чрезвычайных ситуаций:

- техногенного характера:
- природного характера;
- метеорологические и агрометеорологические опасные явления (сильный мороз, сильная метель, бури).

Источниками пожара на территории дожимной компрессорной станции являются легко воспламеняемые горючие материалы и вещества.

Пожарная безопасность представляет собой единый комплекс организа-ционных, технических, режимных и эксплуатационных

мероприятий по предупреждению пожаров. Общие требования пожарной безопасности изложены в Федеральном законе от 22.07.2008 №123 – ФЗ (ред. от 13.07.2015). [32].

Природные явления

Мониторинг опасных природных процессов и явлений: Система регулярных наблюдений и контроля за развитием опасных природных процессов и явлений в окружающей природной среде, факторами, обуславливающими их формирование и развитие, проводимых по определенной программе, выполняемых с целью своевременной разработки и проведения мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций, связанных с опасными природными процессами и явлениями, или снижению наносимого их воздействием ущерба. [33].

Пожары и взрывы

Пожар – это вышедший из-под контроля процесс горения, уничтожающий материальные ценности и создающий угрозу жизни и здоровью людей.

Наиболее распространенными источниками возникновения чрезвычайных ситуаций техногенного характера являются пожары и взрывы, которые происходят:

- на промышленных объектах;
- на объектах добычи, хранения и переработки легковоспламеняющихся, горючих и взрывчатых веществ;
- на транспорте;
- в шахтах, горных выработках, метрополитенах;
- в зданиях и сооружениях жилого, социально-бытового и культурного назначения.

План ликвидации аварий

Под аварийной ситуацией понимается событие, связанное:

- с разрушением сооружений и (или) технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте, неконтролируемым взрывом и (или) выбросом опасных веществ;
- с неконтролируемой утечкой транспортируемого опасного продукта, возникшей в результате разрушения или повреждения трубопровода, запорной и регулирующей арматуры, оборудования;
- с нарушением нормальных производственных условий работы;
- с нарушением технологического процесса или режима работы агрегатов, установок, коммуникаций;
- с прекращением работы вентиляции во взрывоопасных зонах;
- с нарушением нормальной работы энергетического хозяйства, приведшим к полной остановке газового промысла, компрессорного цеха, к остановке отдельных газоперекачивающих агрегатов (группы агрегатов) на компрессорной станции, приведшим к снижению производства продукции на срок более одного часа или к тяжелому несчастному случаю;
- с разрушением металлоконструкций, зданий, сооружений и их несущих элементов;
- с утечкой или просыпанием опасного вещества, повреждением тары с опасным веществом;
- со стихийными бедствиями;
- с другими происшествиями, которые могут привести к взрыву, пожару, отравлению, ожогам, заболеванию людей и животных, загрязнению окружающей среды.

Последствиями аварии на эксплуатируемых газовых объектах может быть одно из следующих событий:

- смертельный случай и (или) травмирование с потерей трудоспособности;

- острое профессиональное заболевание (отравление);
- повреждение или разрушение оборудования и объектов;
- ограничение или прекращение поставок газа к потребителю;
- простой производственного оборудования;
- причинение вреда жизни, здоровью или имуществу других лиц и окружающей природной среде.

Задачами персонала при возникновении аварийных ситуаций являются:

- локализация аварий отключением аварийного участка газопровода, ДКС и стравливание газа;
- оповещение, сбор и выезд аварийной бригады;
- принятие необходимых мер по безопасности населения, близлежащих транспортных коммуникаций и мест их пересечений с газопроводами, а также гражданских и промышленных объектов;
- предупреждение потребителей о прекращении поставок газа или о сокращении их объемов;
- принятие необходимых мер по максимальному использованию оставшихся в работе газотранспортного оборудования;
- ограничение или прекращение поставок газа неквалифицированным потребителям или потребителям, имеющим резервное топливо;
- уведомление местных органов власти об аварии;
- организация работы по привлечению и использованию технических, материальных и людских ресурсов близлежащих местных организаций;
- выдача аварийных заявок на использование авиационной техники близлежащих авиапредприятий;
- организация сопровождения сотрудниками ДПС аварийной техники, направляемой к месту ликвидации аварии;
- ликвидация аварий в возможно короткие сроки.

5.6 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Эффективность любого производственного процесса будет тем выше, чем рациональнее будут рассчитаны необходимые затраты времени на производство единицы продукции или трудоемкости выполняемых работ. Практически в этом и состоит сущность нормирования труда.

Для работников нормирование труда заключается в установлении конкретной меры труда или нормы труда при определенных организационно-технических условиях производства. На российских промышленных предприятиях управление нормированием труда чаще всего имеет две укрупненные формы: государственную и договорную.

Учитывая, требования статей ТК РФ, регламентирующих нормирование труда, рассмотрим решение данных вопросов в ООО «Газпром трансгаз Томск». ООО «Газпром трансгаз Томск» 100-процентное дочернее предприятие ПАО «Газпром», работает в 14 регионах Сибири и Дальнего Востока.

Предприятие является одним из ведущих в отрасли. В условиях возрастающей конкуренции на энергетических рынках осуществление мероприятий по снижению затрат на производство является одной из главных задач, стоящей перед ОАО «Газпром». Одним из важных направлений по реализации этой задачи стало рациональное использование трудовых ресурсов, которое может быть обеспечено, в первую очередь, за счет повышения уровня организации и качества нормирования труда, а это возможно только при создании и внедрении Единой системы управления нормированием труда в ОАО «Газпром» [29]. Цель этой системы обеспечение повышения эффективности хозяйственной деятельности общества на основе совершенствования организации нормирования труда и рационального использования рабочей силы в организациях системы ОАО «Газпром».

В ПАО «Газпром» так же действует Единая система управления охраной труда и промышленной безопасностью, которая устанавливает единый порядок организации и проведения работы по охране труда и промышленной безопасности.

Совершенствование Единой системы управления охраной труда и промышленной безопасностью, функционирующей в ПАО «Газпром», позволяет обеспечивать высокий уровень безопасности труда работников [34].

Единая система управления охраной труда ОАО "Газпром" (ЕСУОТ ПБ) устанавливает единые требования к организации безопасности труда в

Генеральной концепцией открытого акционерного общества "Газпром" и его организаций при всех видах деятельности является приоритет охраны труда и промышленной безопасности. Никакие соображения экономического, технического или иного плана не могут быть приняты во внимание, если они противостоят интересам обеспечения безопасности работающих на производстве, населения и окружающей среды.

В ходе проделанной работы, был проанализирован характер действий, разработанных решений, с точки зрения социальной ответственности за моральные, общественные, экономические, экологические возможные негативные последствия и ущерб здоровью человека в результате их разработки, производства и внедрения.

Заключение

Насосное оборудование в нефтегазовой промышленности применяется повсеместно. На каждом этапе добычи и переработки используются различные виды насосов. В ходе выполнения выпускной квалификационной работы был проведен обзор патентных разработок по насосному оборудованию, применяемому для установки системы сбора и подготовки нефти. Для расчетов был выбран консольный насос типа НКВ предназначены

для перекачки углеводородов с температурой до 360°C, была изучена его конструкция и принцип работы. Проведен анализ выбора конструкционных материалов для изготовления насоса. Рассмотрены условия монтажа и ремонтные работы.

В расчетной части по исходным данным был проведен расчет привода насоса, определена допустимая высота всасывания, корпуса насоса. Прописана технология изготовления вала. Так же был проведен расчет и выбор стальных канатов для строповки.

Так же был проведен анализ рынка конкурентов и посчитана стоимость проведенного исследования. Рассмотрена производственная и экологическая безопасность, нормы трудового законодательства.

Список использованных источников

1. С. М. Жижин Расчет напорной характеристики центробежного насоса численным методом вестник УГАТУ УФА Т.12, №2(31). С. 51–58
2. Б.М. Елисеев «Расчет деталей центробежных насосов», М. Машиностроение, 1975 г.
3. А.Е. Евгенийев, А.П. Крупеник «Гидравлика», М. «Недра», 1993 г.
4. С.А. Фарамазов. Ремонт и монтаж оборудования химических и нефтеперерабатывающих заводов. М.: Химия, 1988 г.
5. М.И. Ведерников Компрессорные и насосные установки, М.: Высшая школа, 1974 г.
6. М.И. Гальперин, В.И. Артемьев, Л.М. Месгечкин Монтаж технологического оборудования нефтеперерабатывающих заводов, М.: Высшая школа, 1974 г.
7. В.И. Ермаков, В.С. Шеин Ремонт и монтаж химического оборудования, Ленинград: Химия, 1981 г.
8. З.З. Рахмилевич Насосы в химической промышленности”, М.: Химия, 1990 г.
9. З.Б. Харас Монтаж аппаратов нефтяной и газовой промышленности, М.: Недра, 1974 г.
10. М.С. Семидуберский Насосы. Компрессоры. Вентиляторы., М.: Высшая школа, 1974 г.
11. М.А.Берлин Ремонт и эксплуатация насосов нефтеперерабатывающих заводов, Ленинград: “Химия”, 1970 г.
12. ГОСТ 12.0.002-2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Термины и определения;
13. ТОИ Р-112-16-95 Типовая инструкция по охране труда при зачистке резервуаров на предприятиях нефтепродуктообеспечения;
14. ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны;

15. ГОСТ 12.0.003-74. ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация;
16. ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ. Средства и методы защиты от шума. Классификация;
17. ГОСТ 12.1.003–2014. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности;
18. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны;
19. ГОСТ 12.1.004-91 «ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования»;
20. ГОСТ 12.1.007–76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности;
21. ГОСТ 12.1.008-76 ССБТ. Биологическая безопасность. Общие требования;
22. ГОСТ 12.1.010–76 ССБТ. Взрывобезопасность. Общие требования;
23. ГОСТ 12.1.030–81 ССБТ. Защитное заземление, зануление;
24. ГОСТ 12.1.038–82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов;
25. ГОСТ 12.2.003–91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности;
26. ГОСТ 17.1.3.06–82. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране подземных вод;
27. ГОСТ Р 22.0.01-94. Безопасность в ЧС. Основные положения;
28. ГОСТ Р 22.3.03-94. Безопасность в ЧС. Защита населения. Основные положения;
29. ГОСТ Р 22.0.07-95. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Источники техногенных чрезвычайных ситуаций. Классификация и номенклатура поражающих факторов и их параметров;

30. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий;
31. СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений;
32. СНиП 2.04.05-86 Отопление, вентиляция и кондиционирование;
33. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение;
34. Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. № 68-ФЗ. О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера;
35. ГОСТ 12.1.012-2004. Вибрационная безопасность;
36. ГН 2.2.5.1313–03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны;
37. РД 09-364-00. Типовая инструкция по организации безопасного проведения огневых работ на взрывоопасных взрывопожароопасных объектах;
38. ГОСТ 17.1.3.13–86. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнений;
39. ППБ 01-03 Правила пожарной безопасности в Российской Федерации;
40. ГОСТ 12.1.046-85 Строительство. Нормы освещения строительных площадок;
41. ГОСТ 12.1.005-88. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны;
42. НВН 33.5.1.02. Инструкция о порядке согласования и выдачи разрешений на спецводопользование