

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа природных ресурсов (ИШПР)
 Направление подготовки (специальность) 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
Профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и
продуктов переработки»
 Отделение нефтегазового дела

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы	
«Повышение эффективности эксплуатации приемо-сдаточного пункта	за счет замены насосного оборудования»»

УДК 621.65-048.62:622.692.26

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б5А	Гордеева Дарья Анатольевна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Верёвкин А.В.	к.т.н, доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

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	Брусник О.В.	к.п.н, доцент		

Министерство образования и науки Российской Федерации
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа природных ресурсов (ИШПР)
 Направление подготовки (специальность) 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
Профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и
продуктов переработки»
 Отделение нефтегазового дела

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП ОНД ИШПР
 _____ Брусник О.В.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
2Б5А	Гордеевой Дарье Анатольевне

Тема работы:

«Повышение эффективности эксплуатации приемо-сдаточного пункта [] за счет замены насосного оборудования»

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

*(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.).*

*Объектом исследования является насосное
 оборудование, расположенное на приемо-
 сдаточном пункте.*

Подача: 65/35 м³/ч

Напор: 500 м

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>	1. Обзор производственного объекта; 2. Характеристика объекта исследования; 3. Проведение технологического расчета объекта исследования; 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение; 5. Социальная ответственность
--	--

Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Типовая структурная схема ПСП, схема центробежного насоса, характеристика насоса НПС 65/35-500
--	---

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Трубникова Н.В., профессор
«Социальная ответственность»	Черемискина М.С., ассистент

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	01.04.2019
--	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Веревкин Алексей Валерьевич	к.т.н, доцент		01.04.2019

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б5А	Гордеева Дарья Анатольевна		01.04.2019

ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ БАКАЛАВРИАТА

Планируемые результаты обучения

<i>Код результата</i>	<i>Результат обучения (выпускник должен быть готов)</i>	<i>Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон</i>
<i>В соответствии с универсальными, общепрофессиональными и профессиональными компетенциями</i>		
Общие по направлению подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»		
P1	Применять базовые естественнонаучные, социально-экономические, правовые и специальные знания в области нефтегазового дела, самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, УК-2, УК-6, УК-7, ОПК-1, ОПК-2), (ЕАС-4.2, АВЕТ-3А, АВЕТ-3i).</i>
P2	Решать профессиональные инженерные задачи на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-2, УК-3, УК-4, УК-5, УК-8, ОПК-2, ОПК-6, ОПК-7).</i>
<i>в области производственно-технологической деятельности</i>		
P3	Применять процессный подход в практической деятельности, сочетать теорию и практику при эксплуатации и обслуживании технологического оборудования нефтегазовых объектов	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, УК-2, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПК-9, ПК-10, ПК-11).</i>
P4	Оценивать риски и определять меры по обеспечению безопасности технологических процессов в практической деятельности и применять принципы рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды в нефтегазовом производстве	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-8, ОПК-6, ПК-12, ПК-13, ПК-14, ПК-15).</i>
<i>в области организационно-управленческой деятельности</i>		
P5	Эффективно работать индивидуально и в коллективе по междисциплинарной тематике, организовывать работу первичных производственных подразделений, используя принципы менеджмента и управления персоналом и обеспечивая корпоративные интересы	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-3, УК-8, ОПК-3, ОПК-7, ПК-16, ПК-17, ПК-18), (ЕАС-4.2-г), (АВЕТ-3д).</i>
P6	Участвовать в разработке организационно-технической документации и выполнять задания в области сертификации нефтегазопромыслового оборудования	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-2, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-7, , ПК-19, ПК-20, ПК-21, ПК-22).</i>
<i>в области экспериментально-исследовательской деятельности</i>		
P7	Получать, систематизировать необходимые данные и	<i>Требования ФГОС ВО,</i>

<i>Код результата</i>	<i>Результат обучения (выпускник должен быть готов)</i>	<i>Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон</i>
	проводить эксперименты с использованием современных методов моделирования и компьютерных технологий для решения расчетно-аналитических задач в области нефтегазового дела	СУОС ТПУ (УК-1, УК-2, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ПК-23, ПК-24, ПК-25, ПК-26).
<i>в области проектной деятельности</i>		
P8	Использовать стандартные программные средства для составления проектной и рабочей и технологической документации объектов бурения нефтяных и газовых скважин, добычи, сбора, подготовки, транспорта и хранения углеводородов	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-2, ОПК-3, ОПК-5, ОПК-6, ПК-27, ПК-28, ПК-29, ПК-30), (АВЕТ-3с), (ЕАС-4.2-е).
Профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»		
P9	Применять диагностическое оборудование для проведения технического диагностирования объектов ЛЧМГ и ЛЧМН	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК-4, ОПК-5, ПК-9, ПК-14), требования профессионального стандарта 19.016 "Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов".
P10	Выявлять неисправности трубопроводной арматуры, камер пуска и приема внутритрубных устройств, другого оборудования, установленного на ЛЧМГ и ЛЧМН	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК-5, ОПК-6, ПК-9, ПК-11), требования профессионального стандарта 19.010 "Специалист по транспортировке по трубопроводам газа".
P11	Оценивать результаты диагностических обследований, мониторингов, технических данных, показателей эксплуатации объектов ЛЧМГ и ЛЧМН	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК-6, ОПК-7, ПК-4, ПК-7, ПК-13), требования профессионального стандарта 19.010 "Специалист по транспортировке по трубопроводам газа".

Министерство образования и науки Российской Федерации
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа природных ресурсов (ИШПР)
 Направление подготовки (специальность) 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
Профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и
продуктов переработки»
 Уровень образования бакалавриат
 Отделение нефтегазового дела
 Период выполнения _____ (осенний / весенний семестр 2018/2019 учебного года)

Форма представления работы:

бакалаврская работа

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
01.04.2019	<i>Общая характеристика производственного объекта</i>	15
29.04.2019	<i>Характеристика объекта исследования</i>	15
24.05.2019	<i>Расчет основных параметров центробежных насосов</i>	20
04.06.2019	<i>Финансовый менеджмент</i>	10
05.06.2019	<i>Социальная ответственность</i>	10
06.06.2019	<i>Заключение</i>	10
07.06.2019	<i>Презентация</i>	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Верёвкин А.В.	к.т.н, доцент		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Брусник О.В.	к.п.н, доцент		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
2Б5А	Гордеевой Дарье Анатольевне

Инженерная школа	Природных ресурсов	Отделение	Нефтегазового дела
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	21.03.01 «Нефтегазовое дело» профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Виды и стоимость ресурсов: Материально-технические ресурсы: 191300 руб.; Человеческие ресурсы: 2 человека, общая стоимость суммы зарплат и отчислений на социальные нужды – 105317 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Устанавливаются в соответствии с заданным уровнем нормы оплат труда: 30% премии; 20% надбавки; 18% дополнительная заработная плата; 16% накладные расходы; 1,3 районный коэффициент.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды – 30%. Отчисления по страховым выплатам в соответствии с Налоговым кодексом РФ (НК РФ-15) от 16.06.98, а также Трудовым кодексом РФ от 21.12.2011г. Ставка налога на прибыль 20%; Налог на добавленную стоимость 20%.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Проведение предпроектного анализа; Определение целевого рынка и проведение его сегментирования; Анализ конкурентных технических решений.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Определение этапов работ; Определение трудоемкости работ; Разработка графика Ганта; Определение затрат и капиталовложений в проведение исследования.
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Определение интегрального показателя эффективности научного исследования; Расчет показателей ресурсоэффективности.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

- Оценка конкурентоспособности технических решений
- Альтернативы проведения НИ
- График проведения и бюджет НИ
- Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.05.2019
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Трубникова Н.В.	д.и.н., доцент		01.05.2019

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б5А	Гордеева Дарья Анатольевна		01.05.2019

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
2Б5А	Гордеевой Дарье Анатольевне

Инженерная школа	Природных ресурсов	Отделение	Нефтегазового дела
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	21.03.01 «Нефтегазовое дело» профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения.	Помещение насосного оборудования, расположенное на прямо-сдаточном пункте.
---	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Производственная безопасность: 1.1 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды 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 проектируемой производственной среды в следующей последовательности: – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)	1.1 Анализ вредных производственных факторов, выявленных при эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности: – повышенная загазованность воздуха рабочей среды; – превышение уровней шума и вибрации; – отклонение показателей микроклимата в помещении; – недостаточная освещенность рабочей зоны. 1.2 Анализ опасных производственных факторов, выявленных при эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности: – движущиеся машины и механизмы; – поражение электрическим током; – пожаровзрывобезопасность.
2. Экологическая безопасность: – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.	– оценка воздействия исследуемого объекта на атмосферу, гидросферу и литосферу; – определение возможного решения обеспечения экологической безопасности.

3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.	– проанализировать возможные чрезвычайные ситуации на объекте; – разработать меры по предупреждению ЧС; – разработать действия в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации ее.
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.	– проанализировать специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – проанализировать организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.05.2019
---	-------------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Черемискина М.С.			01.05.2019

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б5А	Гордеева Дарья Анатольевна		01.05.2019

Реферат

Выпускная квалификационная работа включает 80 с., 4 рис., 23 табл., 28 источников.

Ключевые слова: нефть, приемо-сдаточный пункт, нефтяной насос, эксплуатация, модернизация.

Объектом исследования является насосное оборудование на приемо-сдаточном пункте.

Цель работы - повышение эффективности эксплуатации технологического оборудования путем технической модернизации насосной внешней перекачки нефти.

Для выполнения поставленной цели необходимо реализовать следующие **задачи**:

1. Изучение нормативно-технической документации производственного объекта.
2. Охарактеризовать объект исследования.
3. Рассмотреть способы повышения энергоэффективности насосного оборудования.
4. Расчет основных параметров насосных агрегатов.
5. Рекомендации по модернизации насосной внешней перекачки.
6. Произвести сравнительный анализ работы насосных агрегатов.

В процессе исследования проводились расчеты основных параметров насосного оборудования. Рассмотрены различные причины высокого энергопотребления насосами, приведены способы по их снижению.

В результате исследования было проведено мероприятие по модернизации насосного оборудования на основании полученных параметров насоса.

Термины и определения

Автоматизированное рабочее место оператора - персональный компьютер с соответствующим программным обеспечением в комплекте с монитором, клавиатурой и принтером, предназначенный для отображения мнемосхемы СИКН, текущих технологических и качественных параметров нефти, измеренных и вычисленных системой обработки информации, формирования отчётных документов и вывода их на печать.

Магистральный трубопровод (для нефти/нефтепродуктов) - технологически неделимый, централизованно управляемый имущественный производственный комплекс, состоящий из взаимосвязанных объектов, соответствующих требованиям действующего законодательства Российской Федерации, и предназначенный для транспортировки нефти и нефтепродуктов, соответствующих требованиям действующего законодательства Российской Федерации, от пунктов отправления до пунктов назначения или перевалки на иной вид транспорта.

Паспорт качества нефти - документ, подтверждающий соответствие фактических значений показателей качества нефти, полученных при испытании пробы, отобранной от конкретной партии нефти, требованиям и нормам, установленным в нормативных и/или технических документах на выпускаемый продукт.

Приемо-сдаточный пункт – пункт по учету количества и оценке качества нефти, на котором подразделения принимающей и сдающей нефть сторон выполняют операции приема-сдачи нефти.

Система измерений количества и показателей качества нефти - совокупность функционально объединенных средств измерений, системы обработки информации, технологического и иного оборудования, предназначенная для прямых или косвенных динамических измерений массы и других показателей качества нефти.

Обозначения и сокращения

АРМ – автоматизированное рабочее место

МН – магистральный нефтепровод

МХ – метрологическая характеристика

НД – нормативный документ

ПСП – приемо-сдаточный пункт

СИ – средство измерения

СИКН – система измерения количества и показателей качества нефти

СОИ – система обработки информации

ТУ – технические условия

Оглавление

Введение.....	17
Обзор литературы.....	18
Глава 1. Общая характеристика производственного объекта	19
1.1 Природно-климатическая характеристика района расположения объекта	19
1.2 Назначение и состав ПСП.....	20
1.3 Основные функции, выполняемые приемо-сдаточным пунктом.....	23
1.4 Учет контролируемых показателей качества нефти для оценки физико-химических показателей качества нефти при ведении учетных операций на приемо-сдаточном пункте.....	24
Глава 2. Характеристика объекта исследования.....	27
2.1 Общие сведения о насосах	27
2.2 Принцип работы центробежного насоса	30
2.3 Насосное оборудование на ПСП « ».....	31
2.4 Вспомогательные системы насосного оборудования	36
2.4.1 Система смазки и охлаждения подшипников.....	36
2.4.2 Система контроля и защиты насосного агрегата.....	37
2.5 Способы повышения энергоэффективности насосного оборудования..	38
Глава 3. Расчет основных параметров насосного оборудования	42
3.1 Исходные данные.....	42
3.2 Методика расчета центробежных насосов	42
3.3 Пересчет характеристик центробежных насосов с воды на вязкую нефть.....	44
3.4 Рекомендации по модернизации насосной внешней перекачки нефти .	45
3.5 Анализ выбора насосного агрегата	46

3.5.1 Сравнительный анализ работы насосных агрегатов	46
3.5.2 Расчет годовой экономии в результате замены насосов.....	47
Глава 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	49
4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения НИ.....	49
4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	49
4.1.2 Анализ конкурентных технических решений.....	49
4.2 Планирование научно-исследовательских работ	51
4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования.....	51
4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ	52
4.2.3 Разработка графика проведения научного исследования.....	52
4.3 Бюджет научно-технической разработки	56
4.3.1 Расчет материальных затрат научно-технического исследования ...	56
4.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование для проведения исследования	56
4.3.3 Основная заработная плата исполнителей исследования.....	57
4.3.4 Дополнительная заработная плата исполнителей исследования.....	58
4.3.5 Отчисления во внебюджетные фонды.....	59
4.3.6 Накладные расходы	60
4.3.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.....	60
4.4 Определение ресурсоэффективности проекта	61
Глава 5. Социальная ответственность.....	64
5.1 Производственная безопасность	64

5.1.1 Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению	65
5.1.1.1 Повышенная загазованность воздуха рабочей среды.....	65
5.1.1.2 Превышение уровней шума и вибрации.....	66
5.1.1.3 Отклонение показателей микроклимата в помещении.....	67
5.1.1.4 Недостаточная освещенность рабочей зоны.....	67
5.1.2 Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению	68
5.1.2.1 Движущиеся механизмы, подвижные части производственного оборудования.....	68
5.1.2.2 Электрический ток.....	69
5.1.2.3 Пожаровзрывобезопасность.....	69
5.2 Экологическая безопасность.....	70
5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	72
5.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	74
5.4.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства	74
5.4.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	75
Заключение	77
Список литературы	78

Введение

Приемо-сдаточные пункты (ПСП) расположены на объектах предприятий, осуществляющих добычу, подготовку, транспортировку, хранение и переработку нефти. Основными элементами ПСП являются система трубопроводов, резервуарный парк, насосные агрегаты, узлы учета, устройства приема и пуска очистных устройств и поточных средств диагностики, а также системы смазки, вентиляции, отопления, энергоснабжения, водоснабжения и т.п.

Одной из функций в работе приемо-сдаточного пункта является сдача товарной нефти в систему магистрального нефтепровода (МН). Создание необходимого напора с целью дальнейшей перекачки нефти по нефтепроводу выполняют насосные агрегаты. Для обеспечения бесперебойной работы необходимо поддерживать исправное техническое состояние объекта.

При эксплуатации насосного агрегата изменяется его техническое состояние. Эти изменения обусловлены износом его деталей и узлов, что в свою очередь оказывает влияние на его эксплуатационных характеристиках. Скорость потери работоспособности насосного агрегата и его элементов определяется индивидуальными особенностями насоса, начальным состоянием и режимом его эксплуатации. Ухудшение технического состояния объекта, приводит к снижению КПД а, следовательно, и падает эффективность работы всего производственного объекта.

					Повышение эффективности работы приемо-сдаточного [REDACTED] за счет замены насосного оборудования						
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата							
Разраб.		Гордеева Д.А.			Введение			Лит.	Лист	Листов	
Руковод.		Верёвкин А.В.								17	80
Консульт.								ТПУ гр. 2Б5А			
Рук-ль ООП		Брусник О.В.									

Обзор литературы

При написании выпускной квалификационной работы были использованы научная и учебно-методическая литература, нормативно-законодательные акты Российской Федерации. Основными источниками, раскрывающими регламентированные основные принципы эксплуатации приемо-сдаточного пункта, являлись Технологический регламент ПСП «XXXXXXXXXX», Приказ Ростехнадзора №101 от 12.03.2013 г., МИ 2837-2003 Рекомендации. Приемо-сдаточные пункты нефти. Метрологическое и техническое обеспечение.

Технологический регламент является нормативным документом для внутреннего пользования, который определяет правила и порядок ведения технологического процесса, режимные параметры, показатели качества продукции, безопасные условия эксплуатации приемо-сдаточного пункта и перечень действующих нормативных документов. Также, технологический регламент распространяется на разработку мероприятий и выполнение работ, направленных на безопасную эксплуатацию ОПО, которые в то же время способствуют достижению оптимальных технико-экономических показателей производства. На основании данного регламента изучены процессы работы на ПСП, рассмотрены вопросы эксплуатации оборудования, экономическое ведение процесса, заданное качество продукции.

На основе учебных пособий «Трубопроводный транспорт нефти»/Г.Г. Васильев, Г.Е. Коробков, А.А. Коршак и др; Проектирование и эксплуатация насосных и компрессорных станций/ А.М. Шаммазов, В.Н. Александров, А.И. Гольянов и др. подробно рассмотрены основные сведения о нефтяных насосных агрегатов, применяемых на опасных производственных объектах.

					Повышение эффективности работы приемо-сдаточного XXXXXXXXXX за счет замены насосного оборудования			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Гордеева Д.А.			Обзор литературы		Лит.	Лист
Руковод.		Верёвкин А.В.						18
Консульт.								80
Рук-ль ООП		Брусник О.В.					ТПУ гр. 2Б5А	

Глава 1. Общая характеристика производственного объекта

1.1 Природно-климатическая характеристика района расположения объекта

Приемо-сдаточный пункт [REDACTED] относится к Каргасокскому району, Томской области.

В геоморфологическом отношении участок расположен на водоразделе р.р. Васюган и Чижалка, и приурочен к смирновской свите, представленным по мощности горизонтом суглинков, которые участвуют в формировании рельефа.

Рельеф участка пологохолмистый. Абсолютные отметки поверхности изучаемой территории изменяются от 118,5 м в пониженных местах до 101,5 м. В понижениях рельефа, как на водоразделе, так и в речных долинах формируются озерно-болотные отложения, представленные торфами. Заболоченность по трассе нефтепровода составляет 49,3%.

Категория сложности инженерно-геологических условий на участке проектируемых сооружений – II (средней сложности).

Большую часть рассматриваемой территории занимают суходольные мелколиственные и заболоченные сосновые леса с примесью березы и осины. Небольшие площади занимают темнохвойные леса.

На исследуемой территории гидрогеологические условия характеризуются наличием подземных вод четырех типов: болотных, подпочвенных, верховодки и грунтов.

Современные неблагоприятные физико-геологические процессы проявляются в виде морозного пучения и подтопления территории.

					Повышение эффективности работы приемо-сдаточного [REDACTED] за счет замены насосного оборудования			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Гордеева Д.А.			Общая характеристика производственного объекта		Лит.	Лист
Руковод.		Верёвкин А.В.						Листов
Консульт.								19
Рук-ль ООП		Брусник О.В.						80
							ТПУ гр. 2Б5А	

Климат района размещения предприятия – резко-континентальный. Наиболее жаркий месяц июль +21 °С, наиболее холодный месяц январь – 19 °С, наибольшее количество осадков ноябрь – декабрь 12 дней.

1.2 Назначение и состав ПСП

Приемо-сдаточный пункт (ПСП) - пункт по учету количества и оценке качества нефти, на котором подразделения принимающей и сдающей нефть сторон выполняют операции приема-сдачи нефти.

Основными задачами являются обеспечение достоверности учета и контроля качества нефти, организационно-техническое обеспечение приемо-сдаточных операций.

При выполнении приема-сдачи нефти на ПСП осуществляют:

- круглосуточный учет количества принимаемой, перекачиваемой, находящейся в наличии и сдаваемой нефти с передачей информации диспетчерским и товарно-транспортным службам;
- отбор проб из резервуаров и нефтепроводов системой измерений количества и показателей качества нефти (СИКН), испытание нефти, хранение арбитражных проб;
- оформление актов приема-сдачи нефти, паспортов качества, составление отчетов и передача их товарно-транспортным службам;
- контроль технологической схемы транспортировки нефти в пределах зоны ответственности сторон;
- контроль параметров перекачиваемой нефти;
- контроль условий эксплуатации средств измерений и оборудования в соответствии с техническими требованиями;
- контроль МХ СИ в межповерочном интервале в процессе эксплуатации;
- контроль доступа к СИ и изменения их МХ [1].

					Общая характеристика производственного объекта	Лист
						20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

В своей деятельности ПСП руководствуется следующими документами:

- Федеральный Закон «О техническом регулировании», 2002 г;
- Закон РФ «Об обеспечении единства измерений», 1993 г;
- Закон РФ «Об энергосбережении», 1996 г;
- Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», 1997 г;
- Федеральный закон «Об основах охраны труда в РФ», 1999 г;
- Правила технической эксплуатации магистральных нефтепроводов, РД-153-39.4-056-00;
- Правила безопасности при эксплуатации магистральных нефтепроводов, 2015 г;
- Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности, РД 08-200-98;
- Правила пожарной безопасности в Российской Федерации ППБ 01-93;
- Правила эксплуатации электроустановок потребителей, 2001 г;
- Межотраслевые правила по охране труда при эксплуатации электроустановок, 2001 г;
- Правила внутреннего трудового распорядка.

В состав ПСП «[REDACTED]» входят:

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

					Общая характеристика производственного объекта	Лист
						21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Типовая структурная схема ПСП приведена на рисунке 1.1[1].

Технические условия должны содержать требования по подключению технологических объектов, организации безопасной эксплуатации совмещенных участков, диспетчерского контроля и управления технологическими объектами, находящимися на стыке производств.

ОСНОВНАЯ СХЕМА

РЕЗЕРВНАЯ СХЕМА

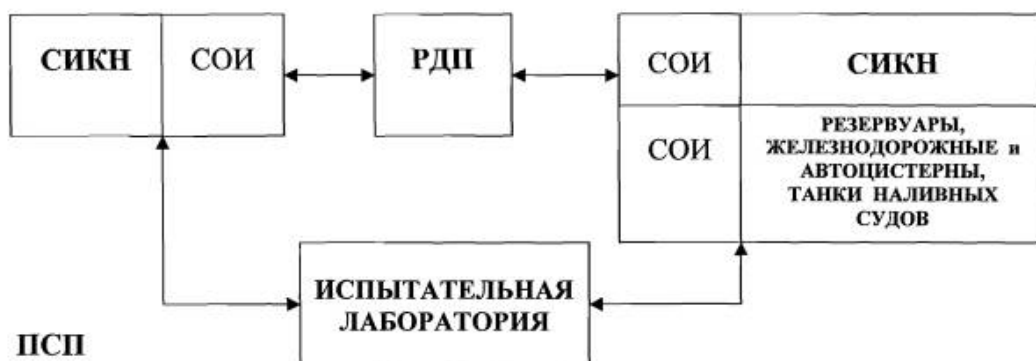


Рисунок 1.1 - Типовая структурная схема ПСП

Технологическая схема ПСП позволяет осуществлять следующие основные технологические режимы работы:

- прием нефти с месторождения в резервуарный парк ПСП;
- прием нефти в резервуарный парк с предварительным подогревом;

- циркуляционный разогрев нефти;
- учет нефти по основной схеме (через СИКН);
- учет нефти по резервной схеме (через резервуары);
- откачка нефти из резервуарного парка ПСП в МН «Александровское – Анжеро-Судженск» насосами внешней откачки;
- внутрипарковые перекачки.

Схемой предусмотрена возможность одновременного выполнения операции по приёму нефти в один из резервуаров хранения и откачки нефти из другого резервуара в магистральный нефтепровод [3].

1.3 Основные функции, выполняемые прямо-сдаточным пунктом

Основной задачей ПСП «[REDACTED]» является прием товарной нефти с месторождений «[REDACTED]» ООО «[REDACTED]», а также с месторождения «[REDACTED]» ООО «[REDACTED]», промежуточное хранение, учет и перекачка нефти в магистральный нефтепровод (МН) «[REDACTED]» АО «[REDACTED]», выполнение планов сдачи нефти согласно заявленных объемов в систему АО «[REDACTED]» и обеспечение при этом достоверного учета по количеству и показателям качества нефти [4].

Основными функциями персонала ПСП, необходимыми для выполнения главной задачи, являются:

- контроль технологического процесса работы объектов ПСП «[REDACTED]» в соответствии с требованиями Технологического регламента работы ПСП «[REDACTED]»;
- учет и сдача нефти АО «[REDACTED]» в объемах и сроках, указанных в маршрутных поручениях по актам приема-сдачи нефти на основании доверенностей, выданных ООО «[REDACTED]», с показателями качества, соответствующими требованиями ГОСТ Р 51858-2002;

					Общая характеристика производственного объекта	Лист
						23
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- отбор проб принимаемой и сдаваемой нефти по ГОСТ 2517-85 и производство анализов нефти по ГОСТ Р 51858-2002;
- ежесуточное оформление актов приема-сдачи нефти и паспортов качества на валовые объемы нефти;
- оперативный 2-х-часовой и суточный учет нефти сданной в систему АО «[REDACTED]» и передача данных начальнику производственно – диспетчерской службы и товарному оператору РНУ «[REDACTED]» АО «[REDACTED]» в оперативном порядке;
- оперативный и круглосуточный контроль наличия нефти и свободной емкости в резервуарном парке ПСП «[REDACTED]»;
- контроль за средствами измерений, применяемых при учете нефти на ПСП и сроками их поверки и обеспечение их работоспособности;
- соблюдение работниками действующих правил, нормативных документов, инструкций по охране труда и производственных инструкций, правил трудового распорядка;

1.4 Учет контролируемых показателей качества нефти для оценки физико-химических показателей качества нефти при ведении учетных операций на приемо-сдаточном пункте

Перекачка нефти осуществляется в магистральный нефтепровод «[REDACTED]», принадлежащий АО «[REDACTED]». Коммерческий учет нефти производится по [REDACTED] с погрешностью, не превышающей 0,25 % по массе брутто, в случаях отказа СИКН учет нефти производится по резервуарам с погрешностью, не превышающей 0,50 % по массе брутто.

Определение количества и показателей качества нефти по основной схеме реализовано прямым методом динамических измерений с использованием массометров, по резервной схеме косвенным методом статических измерений.

					Общая характеристика производственного объекта	Лист
						24
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Нефть, поступающая на ПСП с месторождений, должна соответствовать требованиям ГОСТ Р 51858-2002 (Нефть. Общие технические условия) [5]. В таблице №1.1 приведены физико-химические свойства нефти, сдаваемой с ПСП «XXXXXXXXXX» в МН «XXXXXXXXXX» [2].

Таблица 1.1 - Показатели физико-химических свойств нефти, сдаваемой с ПСП «XXXXXXXXXX» в МН «XXXXXXXXXX»

Наименование показателя	Единица измерения	Значение показателя min - max
Массовая доля серы	%	XXXXXXXXXX
Плотность нефти при 20°C	кг/м ³	XXXXXXXXXX
Температура нефти	°C	XXXXXXXXXX
Массовая доля воды	%	XXXXXXXXXX
Концентрация хлористых солей	мг/дм ³	XXXXXXXXXX
Давление насыщенных паров	кПа	XXXXXXXXXX
Массовая доля механических примесей	%	XXXXXXXXXX
Кинематическая вязкость сдаваемой нефти	(сСт)	XXXXXXXXXX
Массовая доля парафина	%	XXXXXXXXXX
Выход фракций: - до 200°C	%	XXXXXXXXXX
- до 300°C		XXXXXXXXXX
Массовая доля сероводорода	млн ⁻¹	XXXXXXXXXX
Массовая доля метил- и этилмеркаптанов, в сумме	млн ⁻¹	XXXXXXXXXX
Массовая доля органических хлоридов во фракции выкипающей до 204°C	млн ⁻¹	XXXXXXXXXX

В случае установления по показателям автоматических анализаторов или лабораторных анализов факта поступления нефти, качество которой не соответствуют требованиям ГОСТ Р 51858-2002 [5] или нефть, содержащей свободный газ, то есть нефть является некондиционной, то принимаются действия оперативного персонала по прекращению ведения учетных операция текущего контролю показателей качества нефти.

					Общая характеристика производственного объекта	Лист
						26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Глава 2. Характеристика объекта исследования

2.1 Общие сведения о насосах

Насос – это гидравлическая машина, предназначенная для преобразования механической энергии двигателя в энергию потока жидкости.

Насосным агрегатом называют насос, двигатель и устройство для передачи мощности от двигателя к насосу, собранные в единый узел.

В основу классификации насосов лежит различие между насосами в механизме передачи подводимой извне энергии потоку жидкости, протекающей через них.

По принципу действия насосы условно подразделяются на две группы: динамические и объемные.

В динамических насосах жидкость приобретает энергию в результате силового воздействия на нее рабочего органа в рабочей камере. К этой группе относят следующие насосы:

- лопастные (центробежные, диагональные), в которых силовое воздействие на протекающую через насос жидкость оказывают обтекаемые ею лопасти вращающегося рабочего колеса;
- вихревые, в которых постоянное силовое воздействие оказывают вихри, срывающиеся с канавок вращающегося рабочего колеса;
- струйные, в которых постоянное силовое воздействие на протекающую через насос жидкость оказывает подводимая извне струя жидкости, пара или газа, обладающая высокой кинетической энергией;
- вибрационные, в которых силовое воздействие оказывает клапан-поршень, совершающий высокочастотное возвратно-поступательное движение.

					Повышение эффективности работы приемо-сдаточного [REDACTED] за счет замены насосного оборудования					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						
Разраб.	Гордеева Д.А.				Характеристика объекта исследования			Лит.	Лист	Листов
Руковод.	Верёвкин А.В.								27	80
Консульт.								ТПУ гр. 2Б5А		
Рук-ль ООП	Брусник О.В.									

В объемных насосах жидкость приобретает энергию в результате воздействия на нее рабочего органа, периодически изменяющего объем рабочей камеры.

К этой группе относят:

- поршневые и плунжерные, в которых периодическое силовое воздействие на протекающую через насос жидкость оказывают поршень или плунжер, совершающие возвратно-поступательное движение в рабочей камере;
- роторные, в которых периодическое силовое воздействие на протекающую через насос жидкость оказывают поверхности шестерен или винтовых канавок, расположенных на периферии вращающегося ротора.

К основным энергетическим параметрам любого насоса относят следующие величины:

Подача Q – объем жидкости, проходящей через насос в единицу времени ($\text{м}^3/\text{с}$; $\text{м}^3/\text{ч}$);

Напор H – приращение удельной механической энергии жидкости, протекающей через насос (м):

$$H = \frac{p_2 - p_1}{\rho g} + \frac{v_1^2 - v_2^2}{2g} + Z_1 \quad (2.1)$$

где p_1, p_2 – давление жидкости в сечениях до и после насоса;

v_1, v_2 – скорость жидкости в тех же сечениях;

ρ – плотность жидкости;

z – расстояние по вертикали между точками замера p_1 и p_2 ;

g – ускорение свободного падения;

N – потребляемая насосом мощность.

Полезная мощность насоса – это мощность, сообщаемая насосом перекачиваемой жидкости:

$$N_n = Q\rho gH \quad (2.2)$$

где p – давление, развиваемое насосом.

Полезная мощность насосного агрегата – это мощность, сообщаемая рабочей среде насосным агрегатом:

$$N_{\text{н}} = N_{\text{а}} \eta_{\text{дв}} \eta_{\text{пер}} \quad (2.3)$$

где $N_{\text{а}}$ – потребляемая мощность насосного агрегата (определяется путем измерения энергии, подводимой от двигателя);

$\eta_{\text{дв}}$ $\eta_{\text{пер}}$ – коэффициент полезного действия двигателя привода и передачи от двигателя к насосу.

Коэффициент полезного действия η есть отношение полезной мощности $N_{\text{п}}$ к потребляемой мощности насоса и учитывает потери энергии в насосе:

$$\eta = \frac{N_{\text{п}}}{N} = \frac{Q \rho g H}{N} \quad (2.4)$$

КПД насосного агрегата – это отношение полезной мощности насоса к мощности насосного агрегата:

$$\eta_{\text{а}} = \frac{N}{N_{\text{а}}} \quad (2.5)$$

Кавитационный запас насоса Δh характеризует кавитационные качества насоса и представляет превышение удельной энергии на входе в насос над удельной энергией, соответствующей давлению насыщенных паров жидкости при температуре перекачки:

$$\Delta h = \frac{p_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} - \frac{p_s}{\rho g} \quad (2.6)$$

где p_s – давление насыщенных паров жидкости.

Коэффициент быстроходности насоса или удельная быстроходность – это частота вращения модели ротора, геометрически подобной насосу, которая создает напор, равный 1 м при подаче 0,075 м³/с.

Благодаря высокой экономичности, надежности, удобству эксплуатации, малым габаритным размерам лопастные насосы нашли широкое применение в различных отраслях промышленности, том числе и в нефтяной.

Классифицируют их по различным признакам:

- по форме рабочего колеса – на центробежные, диагональные и осевые;
- по расположению вала насоса – на горизонтальные и наклонные;
- по числу рабочих колес – на одноступенчатые и многоступенчатые;
- по напору – на низконапорные ($H < 20$ м), средненапорные ($H = 20 \div 60$ м) и высоконапорные ($H > 60$ м);
- по роду перекачиваемой жидкости и назначению [6].

2.2 Принцип работы центробежного насоса

В центробежных насосах (рисунок 2.1) жидкость движется в осевом направлении от всасывающего патрубка к центральной части рабочего колеса. В рабочем колесе поток жидкости поворачивается на 90° и симметрично относительно оси вращения растекается по каналам вращающегося колеса 1, образованным стенками переднего и заднего дисков 5 и рабочими лопастями 2. Рабочие лопасти передают жидкости энергию привода насоса. Статическое давление в ней и ее скорость возрастают. Из рабочего колеса 1 поток жидкости выходит под некоторым углом к касательной его наружного диаметра. Общее направление движения потока при этом совпадает с направлением вращения рабочего колеса. Далее спиральному отводу 3 жидкость поступает в конический диффузор 4, где ее кинетическая энергия преобразуется в потенциальную [6].

					Характеристика объекта исследования	Лист
						30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

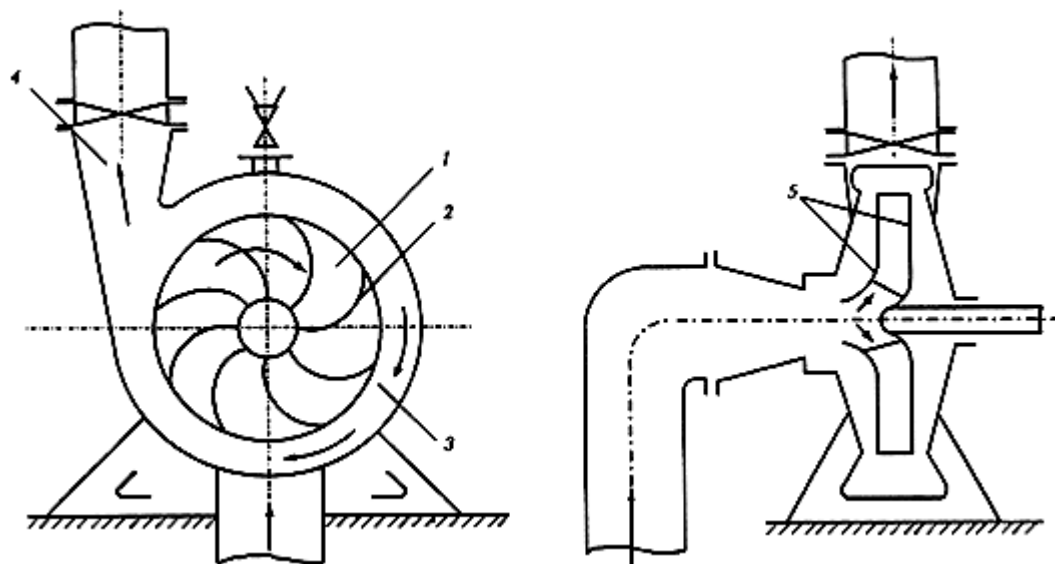


Рисунок 2.1 - Схема центробежного насоса

Центробежная сила заставляет жидкость двигаться вдоль лопаток колеса от центра к периферии. Эта сила способна преодолеть перепад давления, равный разности давления нагнетания (на периферии колеса) и давления всасывания (центральной части), т.е. заставляет жидкость перемещаться из области низкого давления в область высокого давления.

Та часть насоса, в которой находится рабочее колесо, обеспечивающее напорное перемещение жидкости от меньшего давления к большему, называется центробежным *нагнетателем*, а та часть насоса, которая создает вращения вала с находящимся на нем рабочим колесом – *приводом* насоса. Приводом насоса может быть электрический двигатель, двигатель внутреннего сгорания или иное механическое устройство [7].

2.3 Насосное оборудование на ПСП «XXXXXXXXXX»

В процессе добычи и переработки нефти постоянно возникает необходимость в перекачивании больших объемов сырья и нефтепродуктов. Для этого используется специальное оборудование – нефтяные насосы. Для обеспечения безопасности система должна обладать рядом важных параметров, таких как устойчивость к коррозии, перепадам температур (рабочий диапазон оборудования – от -30 °С до +400 °С) и возгоранию.

Насосное оборудование, используемое на приемо-сдаточном пункте «XXXXXXXXXX», предназначено для перекачки нефти, плотностью не более 1050 кг/м³, с температурой от - 80° С до + 200° С, вязкостью не более 8,5х10⁻⁴ м²/с, с содержанием твердых взвешенных частиц размером не более 0,2 мм в количестве не более 0,2 % .

Насосы НПС горизонтального секционного восьмиступенчатого типа имеют рабочее колесо одностороннего входа, отличаются горизонтальным разъемом корпуса. Данное оборудование используется для безопасного и эффективного перекачивания нефти и нефтепродуктов.

Проточная часть насосов выполняется из стали, вал агрегата имеет торцевое либо сальниковое уплотнение. В конструкции насоса использованы такие современные технические решения, как секционный корпус, имеющий вертикальную плоскость разъема, специальные подшипники, смазываемые и охлаждаемые самой перекачиваемой средой, обеспечивающие функциональность, надежность насоса.

Каждый насос типа НПС имеет до двух вариантов ротора и до четырех вариантов выходного диаметра (варианты а, б, в, г).

Корпуса насосов типа НПС 65/35-500 рассчитаны на рабочее давление 6,4 МПа. Типоразмер насоса означает: Н –нефтяной; П – с плоским разъемом корпуса; С – секционный; 65 – подача при роторе 1, м³/ч; 35 – подача при роторе 2, м³/ч; 500 – напор, м [8].

В таблице 2.1 представлены технические характеристики насоса НПС [8].

Таблица 2.1 - Технические характеристики насосов типа ПС

Тип насоса	Номинальный режим			Масса, кг	
	Подача, м ³ /ч	Напор, м	Частота вращения, об/мин	Насоса	Агрегата без привода
НПС 65/35-500	65	500	2950	1260	1985

Насосы типа НПС по своему конструктивному исполнению являются центробежные горизонтальные, многоступенчатые секционного типа с продольным плоским разъемом (по оси) корпуса, со встречным расположением групп рабочих колес. Фланцевое соединение патрубков к трубопроводам. Общий вид насоса представлен ниже (рисунок 2.2).

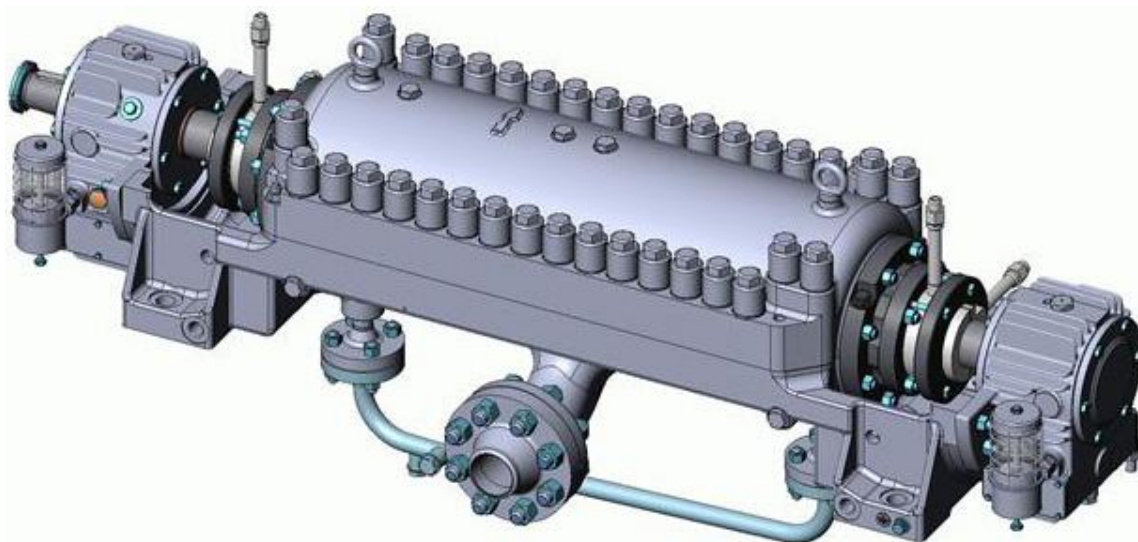


Рисунок 2.2 - Общий вид насоса НПС65/35-500

Насосы работают на взрывоопасных производствах, на которых допустимо образование взрывоопасных смесей газов, паров относящихся к категории ПА, ПВ, ПС и группам взрывоопасности Т1, Т2, Т3, Т4 по ГОСТ 12.1.011.

Насосы выпускаются в климатическом исполнении У, УХЛ, Т категории размещения 2, 3 и 4 по ГОСТ 15150.

Под характеристикой насоса понимают такую зависимость, которая определяется основными показателями насоса (напор H , мощность N и к.п.д.) от подачи Q . При этом плотность и вязкость транспортируемой жидкости остается постоянной, как и частота вращения насоса. Характеристика насоса НПС 65/35-500 представлена на рисунке 2.3.

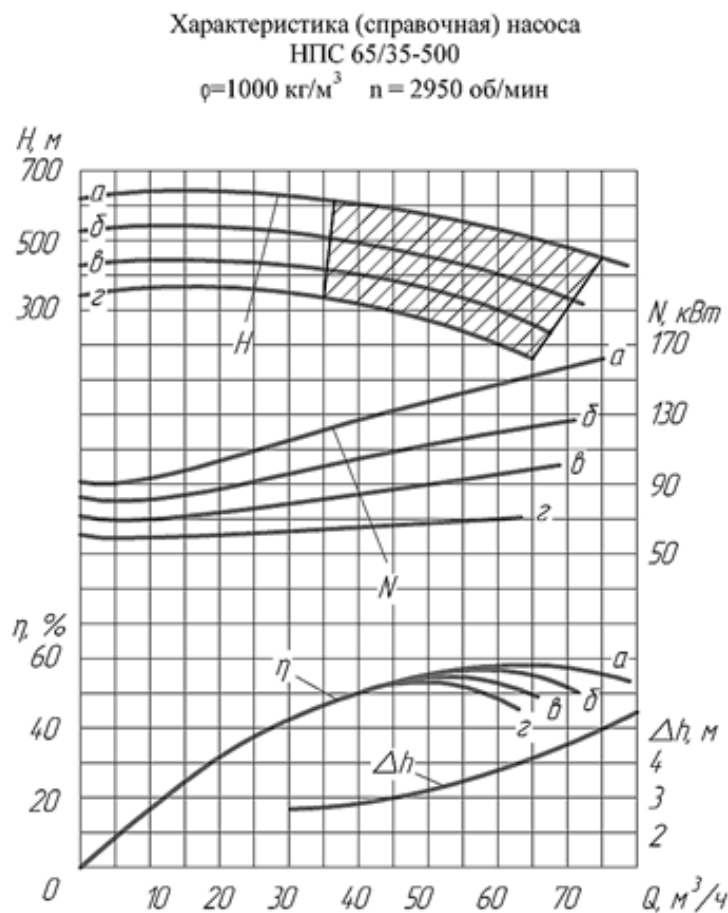


Рис. 2.3 - Характеристика насоса НПС 65/35-500

При эксплуатации трубопроводов насосы должны соответствовать некоторым требованиям:

- для того, чтобы обеспечить стабильную работу на сеть в необходимом диапазоне подач, напорная характеристика должны быть монотонно падающей, пологой. Пологая характеристика снижает потери на дросселирование, при этом происходит стабилизация давления в трубе, что ведет за собой убавление динамических нагрузок на трубопровод;
- тип насоса необходимо подбирать таким образом, чтобы КПД имел наибольшее значение;
- в небольшом диапазоне подач $0,8 \div 1,2$ от $Q_{\text{ном}}$ КПД должно снижаться не более, чем на $2 \div 3 \%$.

Под кавитационной характеристикой понимают зависимость между допускаемой величиной кавитационного запаса и подачей насоса. При этом

частота вращения насоса и свойства жидкости остаются неизменными. К тому же эта характеристика служит исходной точкой при расчете бескавитационной работы насоса.

Частичной кавитационной характеристикой называют зависимость между напором насоса, его КПД и кавитационным запасом. При этом частота вращения, свойства жидкости и подача остаются неизменными [9].

Оборудование НПС:

[REDACTED]

Для безаварийной работы ПСП необходимо соблюдать нормы технологического режима (таблице 2.2) [10].

Таблица 2.2 - Нормы технологического режима насосной внешней перекачки

Наименование стадий процесса, аппараты, показатели режима	Номер позиции прибора на схеме	Единица измерения	Допускаемые пределы	Требуемый класс точности	Примечание
Давление на приеме	■	МПа изб.	■	■	Мест/дист
Давление нагнетания	■	МПа изб.	■	■	Мест/дист
Расход утечек	■	-	■	■	Дист
Вибрация	■	мм/с	■	■	Дист

2.4 Вспомогательные системы насосного оборудования

Для обеспечения нормальной эксплуатации насосных агрегатов устанавливают вспомогательные системы.

2.4.1 Система смазки и охлаждения подшипников

Система смазки и охлаждения подшипников предназначена для смазки и охлаждения быстро вращающихся подшипников насосных агрегатов.

В системе смазки подшипников предусмотрена напорная (принудительная) подача масла к подшипникам и его безнапорный возврат в маслобак.

Система состоит из маслобака, для заполнения которого предусмотрен шестеренчатый насос, основного насоса, нагнетающего масло

через фильтр и маслоохладитель в маслопроводы, ведущие к подшипникам агрегата. Обратно масло возвращается самостоятельно в маслобак.

Для смазки подшипников применяют минеральные масла, которые не должны содержать воду и механические примеси. Лучшими считаются такие сорта масла, у которых температура незначительно влияет на вязкость. Температура застывания масла не должна превышать 0 °С [7].

Система охлаждения подшипников. Охлаждение подшипников основных насосов, промежуточного вала осуществляется посредством теплообменников, в которых циркулирует холодная вода. Эта вода подается из бака водяными насосами по нагнетательно-распределительной линии. Отработавшая нагретая вода возвращается для охлаждения в бак. Расход охлаждающей воды выбирают таким образом, чтобы ее температура не превышала 30 - 40°С, так как при 45°С начинается интенсивное выпадение солей, сужающих поперечное сечение каналов теплообменника и ухудшающих теплообмен. Повышения требования предъявляются и к жесткости воды и наличию в ней механических примесей [7].

2.4.2 Система контроля и защиты насосного агрегата

Для обеспечения надежной и безопасной эксплуатации насосного оборудования применяются систему средств контроля, защиты, сигнализации. Использование защиты насоса позволяет контролировать такие сложности в эксплуатации основных насосов, как вибрация насоса, перегрев подшипников агрегата, работу насоса в кавитационном режиме, утечки нефти и нефтепродуктов сверх нормы через уплотнения.

Насосный агрегат ведет свою работу на высоких скоростях. Для обеспечения такой работы необходимо организовать своевременную бесперебойную подачу смазки и эффективную систему теплового контроля узлов с трущимися деталями.

Контроль подачи масла осуществляется электроконтактным манометром, контакты которого включены в пусковые цепи

					Характеристика объекта исследования	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

электродвигателя, что препятствует его включению при отсутствии давления в линии смазки. Кроме того, падения давления в маслосистеме также вызывает остановку электродвигателя.

Использование тепловой защиты корпуса обеспечивает защиту от работы насоса при закрытой задвижке. Насосный агрегат получает разрешение на включение при правильной индикации сигнализатора падения давления.

Герметичность торцевого уплотнения контролирует датчик, который обеспечивает защиту в случае резкого увеличения утечек.

Вибрацию оборудования в процессе его работы регистрирует вибросигнализатор, который отключает агрегат от критических уровнях вибрации.

Визуальный контроль за давлением всасывания и нагнетания насосов осуществляется с помощью манометров, причем применяются как механические, так и электроконтактные манометры [7].

2.5 Способы повышения энергоэффективности насосного оборудования

В настоящее время в России уделяется большое внимание вопросам энергосбережения и повышения энергоэффективности. Основные положения энергетической политики государства закреплены в Федеральном законе № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» и в «Энергетической стратегии России на период до 2030 года». Согласно Стратегии основной целью государственной энергетической политики в сфере повышения энергетической эффективности является рациональное использование энергетических ресурсов [11].

Насосное оборудование относится к основным потребителям электроэнергии в нефтедобывающих предприятиях, вследствие чего эффективное использование насосного оборудования представляет особую важность.

					Характеристика объекта исследования	Лист
						38
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

На практике многие производственные объекты сталкиваются с проблемой неэффективной эксплуатации насосного оборудования. Нередко КПД насосных агрегатов значительно ниже установленных значений.

С целью успешного проведения мероприятий, направленных на повышение энергоэффективности установленного насосного оборудования, необходимо располагать как можно более полной информацией о работе насосов и учитывать ее в дальнейшем. В целом можно выделить несколько определенных последовательных этапов аудита насосного оборудования:

1. Сбор предварительной информации о составе оборудования, установленного на объекте, а также о технологическом процессе, в котором используются насосы.
2. Предварительное планирование проведения испытаний.
3. Проведение испытаний на объекте.
4. Обработка и оценка результатов.
5. Подготовка технико-экономического обоснования для различных вариантов модернизации.

Таблица 2.3 - Причины повышенного энергопотребления и меры по его снижению

Причины высокого энергопотребления	Рекомендуемые мероприятия по снижению энергопотребления
Наличие в системах периодического действия насосов, работающих в постоянном режиме независимо от потребностей системы, технологического процесса и т.п.	Определение необходимости в постоянной работе насосов Включение и выключение насоса в ручном или автоматическом режиме только в промежутки времени

Таблица 2.3 - Продолжение

Причины высокого энергопотребления	Рекомендуемые мероприятия по снижению энергопотребления
Системы с меняющейся во времени величиной требуемого расхода	Использование привода с регулируемой частотой вращения для систем с преимущественными потерями на трение Применение насосных станций с двумя и более параллельно установленными насосами для систем с преимущественно статической составляющей характеристики
Износ основных элементов насоса	Ремонт и замена элементов насоса в случае снижения его рабочих параметров
Засорение и коррозия труб	Очистка труб Применение фильтров, сепараторов и подобной арматуры для предотвращения засорения Замена трубопроводов на трубы из современных полимерных материалов, трубы с защитным покрытием
Работа насоса за пределами рабочей зоны, (переразмеривание насоса)	Применение электродвигателей с меньшей частотой вращения или редукторов в тех случаях, когда параметры насоса значительно превосходят потребности системы
Работа нескольких насосов, установленных параллельно в постоянном режиме	Установка системы управления или наладка существующей

На первых этапах определения эффективных путей повышения надежности работы насосного оборудования, необходимо опираться на результаты анализа повреждаемости насосного оборудования.

Работы по повышению энергоэффективности объектов (насосных установок) следует вести не только по факту их окончательного выхода из строя с целью замены на новые, но и непосредственно во время периода эксплуатации за счет постоянного мониторинга, анализа, выявления и устранения тех или иных факторов, препятствующих эффективному использованию оборудования.

Существует ряд методов снижения энергопотребления насосными системами, основные из которых приведены в таблице 2.3 [12].

Таблица 2.4 - Методы снижения энергопотребления насосными системами

Методы снижения энергопотребления насосными системами	Снижение энергопотребления, %
Замена регулирования расхода энергопотребления запорно-регулирующей арматурой на регулирование частотой вращения	10 - 60
Снижение частоты вращения насосов при неизменных параметрах сети	5 - 40
Замена электродвигателей на более эффективные	1 – 3
Замена насоса на более эффективные	1 – 2

Любые мероприятия по модернизации должны основываться на достоверных сведениях об эксплуатации насосного оборудования и характеристиках системы. В каждом случае следует рассматривать несколько альтернатив, а в качестве инструмента по выбору оптимального варианта применять метод расчет стоимости жизненного цикла насосного оборудования.

Глава 3. Расчет основных параметров насосного оборудования

3.1 Исходные данные

Таблица 3.1 - Исходные данные

Название	Сокращение	Значение
Подача, м ³ /ч (т/ч)	Q	
Расчетная частота вращения вала, об/мин	n	
Давление на входе в насос, МПа	P _{вх}	
Давление на выходе из насоса, МПа	P _{вых}	
Перекачиваемый продукт		
Плотность, кг/м ³	ρ	
Вязкость, сСт	ν	
Температура, °С	t	

3.2 Методика расчета центробежных насосов

Для аналитического решения ряда задач трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов часто используются характеристики центробежных насосов.

Характеристики насоса представляют собой зависимость напора (H), потребляемой мощности (N), к.п.д. (η) от подачи (Q) насоса.

Данные расчеты будут проводиться по методике, взятой из учебного пособия «Типовые расчеты при проектировании и эксплуатации нефтебаз и нефтепроводов» П.И. Тугунов, В.Ф. Новоселов [8].

					Повышение эффективности работы приемо-сдаточного за счет замены насосного оборудования			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Гордеева Д.А.			Расчет основных параметров насосного оборудования		Лит.	Лист
Руковод.		Верёвкин А.В.						42
Консульт.								80
Рук-ль ООП		Брусник О.В.					ТПУ гр. 2Б5А	

Произведем расчет основных параметров по следующим формулам:

$$H = H_0 + a \cdot Q - b \cdot Q^2 \quad (3.1)$$

$$\Delta h_{\text{доп}} = \Delta h_{\text{доп.ном}} \text{ при } 0,5 \cdot Q_{\text{ном}} \leq Q \leq Q_{\text{ном}} \quad (3.2)$$

$$\eta_{\text{н}} = c_0 + c_1 \cdot Q + c_2 \cdot Q^2 \quad (3.3)$$

где H , $\Delta h_{\text{доп}}$, $\eta_{\text{н}}$ - напор, допустимый кавитационный запас и к.п.д. насоса при подаче Q ; H_0 , a_0 , a , b_0 , b , c_0 , c_0 , c_1 , c_2 - эмпирические коэффициенты.

Потребляемая насосом мощность, равна:

$$N = \frac{Q \cdot \rho \cdot g \cdot H}{3600 \cdot \eta_{\text{н}} \cdot \eta_{\text{мех}} \cdot \eta_{\text{эл}}} \cdot 10^{-3} \quad (3.4)$$

$\eta_{\text{мех}}$ - к.п.д. механической передачи, 0,99;

$\eta_{\text{эл}}$ - к.п.д. электродвигателя, 0,96.

Техническая характеристика нефтяных центробежных насосов и коэффициенты в расчетных формулах (3.1)...(3.4) приведены в таблицах 3.1 и 3.2:

Таблица 3.2 - Справочные данные по насосу типа ПС

Типоразмер насоса	НПС 65/35-500
№ ротора	1
Коэффициенты в формуле (1)	
H_0 , м	649,3
a , ч/м ²	-
$10^{-3} \cdot b$, ч ² /м ⁵	34,2
Коэффициенты в формуле (2)	
a_0 , м	0,310
b_0	0,624
Коэффициенты в формуле (3)	
$10^{-2} \cdot c_0$	-0,57
$10^{-2} \cdot c_1$, ч/м ³	1,87
$10^6 \cdot c_2$, ч ² /м ⁶	-152,4

Таблица 3.2 - Продолжение

Типоразмер насоса	НПС 65/35-500
Параметры насоса	
b_2 , мм	12
D_{BX} , мм	100
D_2 , мм	235
n_s	65

В формулы подставляем данные и рассчитываем характеристики насоса:



3.3 Пересчет характеристик центробежных насосов с воды на вязкую нефть

При транспортировке маловязких нефтей и нефтепродуктов эти характеристики изменений не претерпевают. Однако с ростом вязкости перекачиваемой жидкости они ухудшаются.

Для всех насосов с коэффициентом быстроходности $50 \leq n_s \leq 130$ (в нашем случае $n_s = 65$), кроме магистральных производится при выполнении неравенства:

$$v^H > v > v^B,$$

где v - кинематическая вязкость нефти при температуре перекачки, равна $2,44 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$;

v^H, v^B - предельные нижнее и верхнее значения вязкости, при которых пересчет характеристик насосов необходим ($\text{м}^2/\text{с}$):

$$v^H = 7,5 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{Q_B}{\sqrt{D_2 \cdot b_2}} \quad (3.5)$$

$$v^B = 2,6 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{Q_B}{\sqrt{D_2 \cdot b_2}} \quad (3.6)$$

Q_B – подача насоса, соответствующая его максимальному КПД на воде;
 D_2, b_2 - наружный диаметр и ширина лопаток рабочего колеса.



При $v \leq v^H$ () пересчета характеристик насоса не требуется, так как он работает в автомобильной зоне.

3.4 Рекомендации по модернизации насосной внешней перекачки нефти

Ежемесячный план сдачи нефти в магистральный нефтепровод (МН) « » составляет . Насосы 65/35-500 будут затрачивать значительное количество электроэнергии, чтобы выполнить в полном объеме месячный план, что является не эффективной работой ПСП, соответственно требуется провести мероприятия по модернизации насосной.

Повышение показателей рентабельности за счет уменьшения энергетических затрат – актуальная проблема для тех, кто регулярно использует насосные станции. А если помимо этого удастся увеличить эффективность оборудования, то такой способ можно будет с уверенностью считать наилучшим.

Оценка применения различных вариантов модернизации и способа регулирования принимается на основании расчета стоимости жизненного цикла оборудования. Основную долю в затратах жизненного цикла любой насосной системы составляют затраты на электроэнергию. Поэтому на этапе предварительной оценки различных вариантов необходимо воспользоваться

критерием удельной мощности, т.е. мощности, потребляемой насосным оборудованием, отнесенной к единице расхода перекачиваемой жидкости.

3.5 Анализ выбора насосного агрегата

3.5.1 Сравнительный анализ работы насосных агрегатов

Был произведен сравнительный анализ работы насосных агрегатов типа НПС 65/35-500 (нефтяной секционный с плоским разъемом корпуса) и ЦНСн 60-330 (многоступенчатый секционный), характеристики которых представлены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 - Характеристики насосных агрегатов

Характеристики	НПС 65/35-500	ЦНСн 60-330
Потребление электроэнергии в кВт\ч	160	110
Производительность в м ³ /ч	65	60
Тариф за потребление 1 кВтч в 2019г. (руб. с учетом НДС)	3,42	3,42
Плотность прокачиваемой жидкости	Не более 1050 кг/м ³	Не более 1050 кг/м ³
Затраты на эл. энергию за месяц в руб.	308538,7	270864,0

Насосы ЦНСн предназначены для перекачивания обводненной (до 90%) газонасыщенной и товарной нефти с температурой от 0 до +45°C с плотностью 700-1050 кг/м³, кинематической вязкостью не более 1,5 · 10⁻⁴ м²/с, имеющей водородный показатель pH 7-8,5, давлением насыщенных паров не более 665 гПа, содержанием газа (объемное) не более 3%, парафина

не более 20%, с содержанием механических примесей с размером твердых частиц до 0,2 мм и микротвердостью 1,47 ГПа – не более 0,2%.

Допускается перекачивание нефти температурой до +60°C при условии системы принудительного охлаждения подшипников. Применяются в системах внутрипромыслового сбора и транспортировки нефти.

Процесс модернизации по замене насосов, ни как не повлияет на технологический процесс и не потребует временной остановки сдачи нефти.

3.5.2 Расчет годовой экономии в результате замены насосов

Мощность, потребляемую насосным агрегатом до замены $N_{стар}$, руб. вычисляем по формуле:

$$N_{стар} = n \cdot \frac{N_{ном.стар}}{\eta_{дв} \cdot \eta_{сети}} \quad (3.7)$$

где $N_{ном.стар}$ – номинальная мощность старого электродвигателя,

$N_{ном.стар} = 160$ кВт;

$\eta_{дв.}$ – КПД двигателя, 0,98;

$\eta_{сети}$ – КПД двигателя, 0,99.

$$N_{стар} = 1 \cdot \frac{160}{0,98 \cdot 0,99} = 165 \text{ кВт}$$

Мощность, потребляемую насосным агрегатом после замены $N_{нов}$, руб. вычисляем по формуле:

$$N_{нов} = n \cdot \frac{N_{ном.нов}}{\eta_{дв} \cdot \eta_{сети}} \quad (3.8)$$

где $N_{ном.нов}$ – номинальная мощность нового электродвигателя,

$N_{ном.нов} = 110$ кВт;

$\eta_{дв.}$ – КПД двигателя, 0,98;

$\eta_{сети}$ – КПД двигателя, 0,99.

$$N_{нов} = 1 \cdot \frac{110}{0,98 \cdot 0,99} = 113 \text{ кВт}$$

					Расчет основных параметров насосного оборудования	Лист
						47
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Годовую экономию в результате снижения потребления электроэнергии $\mathcal{E}_{эл.}$, руб. вычисляем по формуле:

$$\mathcal{E}_{эл} = 24 \cdot T_{эф} \cdot (N_{стар} - N_{нов}) \cdot \mathcal{C}_{кВт \cdot ч} \quad (3.9)$$

где $T_{эф}$ – эффективный фонд рабочего времени установки, 350 дней;

$\mathcal{C}_{кВт \cdot ч}$ – цена 1 кВт · ч электроэнергии, 3,42 руб.

$$\mathcal{E}_{эл} = 24 \cdot 350 \cdot (165 - 113) \cdot 3,42 = 1493856 \text{ руб.}$$

					Расчет основных параметров насосного оборудования	Лист
						48
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Глава 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения НИ

4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Потенциальным потребителем является непосредственно организация ООО «[REDACTED]».

Вторым потенциальным потребителем выступают организации нефтедобычи. На каждом приемо-сдаточном пункте (ПСП) устанавливаются насосные агрегаты, служащие для откачки нефти в магистральный нефтепровод (МН).

4.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum_{i=1}^n B_i B_i \quad (4.1)$$

K - конкурентоспособность научной разработки;

B_i - вес показателя (в долях единицы);

B_i - балл i -го показателя.

В таблице 4.1 приведен анализ с помощью оценочной карты.

Пр – текущий проект;

K_1 – конкурентный проект 1;

K_2 – конкурентный проект 2.

Для сравнения взяты три насосных агрегата: ЦНСн 60-330 (Пр), НПС 65/35 -500 (K_1), НМ 125 – 500 (K_2).

					Повышение эффективности работы приемо-сдаточного за счет замены насосного оборудования						
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата							
Разраб.		Гордеева Д.А.			Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лит.		Лист		Листов	
Руковод.		Верёвкин А.В.						49		80	
Консульт.						ТПУ гр. 2Б5А					
Рук-ль ООП		Брусник О.В.									

Критерии для сравнения и оценки ресурса эффективности и ресурсосбережения, приведенные в таблице 4.1, подбираются, исходя из выбранных объектов сравнения с учетом их технических и экономических особенностей разработки, создания и эксплуатации.

Таблица 4.1 - Оценочная карта технического решения

Критерия оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _{пр}	Б _{к1}	Б _{к2}	К _{пр}	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурса эффективности							
Повышение производительности труда пользователя	0,06	5	5	5	0,3	0,3	0,3
Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,06	5	5	5	0,3	0,3	0,3
Помехоустойчивость	0,05	4	3	2	0,2	0,15	0,1
Энергоэкономичность	0,08	5	4	4	0,4	0,32	0,32
Надежность	0,09	5	5	5	0,45	0,45	0,45
Уровень шума	0,08	5	4	3	0,4	0,32	0,24
Безопасность	0,15	5	5	5	0,75	0,75	0,75
Простота эксплуатации	0,08	4	4	4	0,32	0,32	0,32
Возможность подключения в сеть ЭВМ	0,07	5	5	5	0,35	0,35	0,35
Экономические критерии оценки эффективности							
Конкурентоспособность продукта	0,05	5	4	5	0,25	0,2	0,25
Цена	0,08	4	4	3	0,32	0,32	0,24
Предполагаемый срок эксплуатации	0,05	5	5	4	0,25	0,25	0,2
Послепродажное обслуживание	0,04	4	4	5	0,16	0,16	0,2
Наличие сертификации	0,06	5	5	5	0,3	0,3	0,3
Итого:	1	66	62	60	4,75	4,49	4,32

Основываясь на полученные результаты расчетов, можно сделать вывод, что насосный агрегат ЦНСн 60-330 наиболее подходящий вариант в условиях производства на объекте.

4.2 Планирование научно-исследовательских работ

4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

В данной работе проектная организация состоит из двух человек: руководитель проекта и инженер. Планирование работ позволяет распределить обязанности между исполнителями проекта, рассчитать заработную плату сотрудников, а также гарантирует реализацию проекта в срок. Последовательность и содержание работ, а также распределение исполнителей приведены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 - Перечень этапов работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
Выбор документов для исследования	2	Изучение нормативно-технической документации, сбор основной информации	Инженер
	3	Календарное планирование работ по теме	Руководитель
Теоретические и экспериментальные исследования	4	Определение и расчет основных параметров насосного оборудования	Инженер
	5	Сопоставление результатов расчета с базовыми параметрами	Инженер
Обобщение и оценка результатов	6	Разработка рекомендации по модернизации насосного оборудования	Инженер
	7	Оценка результатов исследования	Руководитель, инженер
Оформление отчета по проекту	8	Составление пояснительной записки	Инженер

4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ используется формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5} \quad (4.2)$$

$t_{ожі}$ - ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы, чел.-дн.;

$t_{\min i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предложении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{\max i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предложении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями по формуле:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i} \quad (4.3)$$

T_{pi} – продолжительность i -ой работы, раб. дн.;

$t_{ожі}$ - ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы, чел.-дн.;

$Ч_i$ - численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на i -ом этапе, чел.

4.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

Для расчета длительности работ в календарных днях, используется формула:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}} \quad (4.4)$$

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

T_{pi} – продолжительность i -ой работы, раб. дн.;

$k_{\text{кал}}$ - коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по формуле:

$$k_{kal} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} \quad (4.5)$$

$T_{\text{кал}}$ - количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ - количество выходных дней;

$T_{\text{пр}}$ - количество праздничных дней.

Для шестидневной рабочей недели (для руководителя) коэффициент календарности равен:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 51 - 15} = 1,22$$

Для пятидневной рабочей недели (для инженера) коэффициент календарности равен:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 102 - 15} = 1,47$$

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе занесены в таблицу 4.3.

Таблица 4.3 - Временные показатели проведения исследования

Название Работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях T_{pi}		Длительность работ в календарных днях T_{ki}	
	t_{min} чел - дни		t_{max} чел - дни		$t_{ож}$ чел - дни					
	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер
Составление и утверждение технического задания	1		6		3		3		4	
Изучение нормативно-технической документации		4		7		5,2		5,2		8
Календарное планирование	1		4		2,2		2,2		3	
Определение и расчёт основных параметров насосного оборудования		7		14		9,8		9,8		14
Сопоставление результатов расчета с базовыми		5		10		7		7		10
Разработка рекомендации по модернизации		3		6		4,2		4,2		6
Оценка результатов исследования	2	1	4	3	2,8	2,2	1,4	1,1	2	2
Составление пояснительной записки		5		10		7		7		10

На основе таблицы 4.4 строим календарный план-график (для максимального по длительности исполнения работ).

Таблица 4.4 - Календарный план-график проведения работ по проведению исследования

№	Вид работ	Исполнители	Т _{кп} , кал. дни	Продолжительность выполнения работ								
				Апрель			Май			Июнь		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Составление и утверждение технического задания на проведение исследования	Р	4									
2	Изучение нормативно-технической документации	И	8									
3	Календарное планирование	Р	3									
4	Определение и расчёт основных параметров насоса	И	14									
5	Сопоставление результатов с базовыми параметрами	И	10									
6	Разработка рекомендаций по модернизации насосов	И	6									
7	Оценка результатов исследования	Р, И	2					 				
8	Составление пояснительной записки	И	10									

Обозначения:

	Руководитель
	Инженер

Период времени разработки исследования с начала апреля до первой декады июня

Значение реальной продолжительности работ может оказаться как меньше посчитанного значения, так и больше, так как трудоемкость носит вероятностный характер.

Длительность выполнения проекта в календарных днях равна:

- 9 дней (длительность выполнения проекта руководителем);
- 50 дней (длительность выполнения проекта инженером).

4.3 Бюджет научно-технической разработки

4.3.1 Расчет материальных затрат научно-технического исследования

Материальные затраты необходимые для данной разработки, заносятся в таблицу 4.5.

Таблица 4.5 - Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед; руб.	Затраты на материалы $З_m$, руб.
Бумага для принтера А4 (500 листов)	пачка	1	250	250
Картридж для принтера	шт.	1	600	600
Ручка шариковая	шт.	5	50	250
Итого, руб.				1100

4.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование для проведения исследования

В данную статью включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, контрольно-измерительной аппаратуры, устройств и механизмов), необходимого для проведения диагностики.

Все расчеты по приобретению спецоборудования, используемого для каждого исполнения, приведены в таблице 4.6.

Таблица 4.6 - Затраты на приобретение спецоборудования

№	Наименование оборудования			Количество единиц оборудования			Стоимость оборудования, тыс. руб.		
	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
1	НК 65/35 -240	НПС 65/35 - 500	НМ 125 - 500	1	1	1	190,2	210,5	230,0

Учтем затраты на доставку в размере 15% от его цены, тогда затраты на приобретение спецоборудования для трех исполнений станут равны:

$$З_{об1+дост} = З_{об1} \cdot 1,15 = 190,2 \cdot 1,15 = 218,7 \text{ тыс. руб}$$

$$З_{об2+дост} = З_{об2} \cdot 1,15 = 210,5 \cdot 1,15 = 241,5 \text{ тыс. руб}$$

$$З_{об3+дост} = З_{об3} \cdot 1,15 = 230,0 \cdot 1,15 = 264,5 \text{ тыс. руб}$$

4.3.3 Основная заработная плата исполнителей исследования

Статья включает в себя основную заработную плату $З_{осн}$ и дополнительную заработную плату $З_{доп}$.

$$З_{зп} = З_{осн} + З_{доп} \quad (4.6)$$

Дополнительная заработная плата составляет 12-20 % от $З_{осн}$.

Основная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{осн} = З_{дн} \cdot T_p \quad (4.7)$$

где – T_p продолжительность работ, выполняемых исполнителем проекта, *раб.дн.* (табл. 4);

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

$$З_{дн} = \frac{З_m \cdot M}{F_d} \quad (4.8)$$

где – $З_m$ – месячный должностной оклад работника, *руб.*;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 28 раб.дней $M=11$ месяцев, 5-дневная неделя;

при отпуске в 56 раб.дней $M=10$ месяцев, 6-дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени исполнителей проекта, раб.дн..

Месячный должностной оклад работника:

$$З_m = З_{tc} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p \quad (4.9)$$

где $З_{tc}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{пр}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (30% от $З_{tc}$);

k_d – коэффициент доплат и надбавок, принимаем 0,2;

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

4.3.4 Дополнительная заработная плата исполнителей исследования

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций.

Дополнительная заработная плата:

$$З_{доп} = k_{доп} \cdot З_{осн} \quad (4.10)$$

где $k_{доп}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (принимаем равным 0,18).

Оклады взяты в соответствии с занимаемыми должностями ТПУ.

Расчет заработной платы руководителя (шестидневная рабочая неделя):

$$З_m = З_{tc} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p = 27300 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 53235 \text{ руб.}$$

$$З_{дн} = \frac{З_m \cdot M}{F_d} = \frac{53235 \cdot 10}{365 - 66 - 56} = 2191 \text{ руб.}$$

$$З_{осн} = З_{дн} \cdot T_p = 2191 \cdot 6,6 = 14461 \text{ руб.}$$

$$З_{доп} = 0,18 \cdot 14461 = 2603 \text{ руб.}$$

Расчет заработной платы инженера (пятидневная рабочая неделя):

$$З_m = З_{tc} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p = 16200 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 31590 \text{ руб.}$$

$$З_{дн} = \frac{З_{м} \cdot М}{F_{д}} = \frac{31590 \cdot 11}{365 - 117 - 28} = 1580 \text{ руб.}$$

$$З_{осн} = З_{дн} \cdot Т_{р} = 1580 \cdot 34,3 = 54194 \text{ руб.}$$

$$З_{доп} = 0,18 \cdot 54194 = 9755 \text{ руб.}$$

Результаты расчета по заработной плате всех исполнителей проекта приведены в таблице 4.7.

Таблица 4.7 - Расчет заработной платы

Исполнитель проекта	З _{тс} , руб.	к _{пр}	к _д	к _р	З _м , руб.	З _{дн} , руб.	Т _р , раб. дн.	З _{осн} , руб.	к _{доп} , руб.	З _{доп} , руб.	Итого, руб.
Руководитель	27300	0,3	0,2	1,3	53235	2191	6,6	14461	0,18	2603	17064
Инженер	16200				31590	1580	34,3	54194		9755	63949

В результате расчетов заработной платы у исполнителей проекта, можно сделать вывод, что основная заработная плата зависит от длительности работы проекта.

4.3.5 Отчисления во внебюджетные фонды

Отчисления во внебюджетные фонды включают в себя установленные законодательством Российской Федерации нормы органов государственного социального страхования (ФСС), пенсионный фонд (ПФ) и медицинское страхование (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды:

$$З_{внеб} = k_{внеб} \cdot (З_{осн} + З_{доп}) \quad (4.11)$$

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

Значение коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды принимается равным $k_{внеб} = 30\%$.

В таблице 4.8 представлены результаты по расчету отчислений во внебюджетные фонды всех исполнителей.

Таблица 4.8 - Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель проекта	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель	14461	2603
Инженер	54194	9755
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,3	
Итого		
Руководитель	5119	
Инженер	19185	

4.3.6 Накладные расходы

Накладные расходы включают прочие затраты организации, которые не учтены в предыдущих статьях расходов: оплата услуг связи, электроэнергии, интернета и т.д.

Накладные расходы:

$$З_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 5) \cdot k_{\text{нр}} \quad (4.12)$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы, принимаем в размере 16 %.

$$З_{\text{накл}} = (З_{\text{м}} + З_{\text{об}} + З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}} + З_{\text{внеб}}) \cdot 0,16$$

$$З_{\text{накл}1} = (1100 + 190200 + 68655 + 12358 + 24304) \cdot 0,16 = 47459 \text{ руб.}$$

$$З_{\text{накл}2} = (1100 + 210500 + 68655 + 12358 + 24304) \cdot 0,16 = 50707 \text{ руб.}$$

$$З_{\text{накл}3} = (1100 + 230000 + 68655 + 12358 + 24304) \cdot 0,16 = 53827 \text{ руб.}$$

4.3.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат на исследование является основой для формирования бюджета затрат проекта. Определение бюджета затрат на проект приведено в таблице 4.9.

Таблица 4.9 - Бюджет затрат на исследование

Наименование статьи	Сумма, руб.			Примечание
	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	
1. Материальные затраты	1100	1100	1100	Пункт 4.3.1
2. Затраты на специальное оборудование	190200	210500	230000	Пункт 4.3.2
3. Затраты по основной заработной плате	68655	68655	68655	Пункт 4.3.3
4. Затраты по дополнительной заработной плате	12358	12358	12358	Пункт 4.3.4
5. Отчисления во внебюджетные фонды	24304	24304	24304	Пункт 4.3.5
6. Накладные расходы	47459	50707	53827	Пункт 4.3.6
Бюджет затрат на исследование	344076	367624	390244	Сумма ст.1-6

4.4 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 финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} \quad (4.13)$$

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

Φ – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Для 1-ого варианта исполнения имеем:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп}1} = \frac{\Phi_{p1}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{344076}{390244} = 0,88$$

Для 2-го варианта имеем:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп2}} = \frac{\Phi_{p2}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{367624}{390244} = 0,94$$

Для 3-го варианта имеем:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп3}} = \frac{\Phi_{p3}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{390244}{390244} = 1$$

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

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i \quad (4.14)$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности;

a_i – весовой коэффициент разработки;

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

Таблица 4.10 – Сравнительная оценка характеристик разрабатываемого проекта

Критерии	Весовой коэффициент	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Безопасность	0,2	5	5	5
2. Надежность	0,2	5	5	4
3. Долговечность	0,2	4	5	4
4. Удобство в эксплуатации	0,1	4	4	5
5. Ремонтопригодность	0,1	4	3	5
6. Энергоэкономичность	0,2	5	4	3
Итого	1,00			

Рассчитываем показатель ресурсоэффективности:

$$I_{p-\text{исп1}} = 0,2 \cdot 5 + 0,2 \cdot 5 + 0,2 \cdot 4 + 0,1 \cdot 4 + 0,1 \cdot 4 + 0,2 \cdot 5 = 4,6$$

$$I_{p-\text{исп2}} = 0,2 \cdot 5 + 0,2 \cdot 5 + 0,2 \cdot 5 + 0,15 \cdot 3 + 0,15 \cdot 4 + 0,1 \cdot 5 = 4,5$$

$$I_{p-\text{исп3}} = 0,2 \cdot 5 + 0,2 \cdot 4 + 0,2 \cdot 3 + 0,15 \cdot 4 + 0,15 \cdot 5 + 0,1 \cdot 4 = 4,2$$

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

$$I_{\text{исп}i} = \frac{I_{p-\text{исп}i}}{I_{\text{финр}}^{\text{исп}i}} \quad (4.15)$$

$$I_{\text{исп.1}} = \frac{4,6}{0,88} = 5,23$$

$$I_{\text{исп.i}} = \frac{4,5}{0,94} = 4,79$$

$$I_{\text{исп.i}} = \frac{4,2}{1} = 4,20$$

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

$$\mathcal{E}_{\text{ср}i} = \frac{I_{\text{исп}i}}{I_{\text{исп_min}}} \quad (4.16)$$

$$\mathcal{E}_{\text{ср}1} = \frac{5,23}{4,2} = 1,25$$

$$\mathcal{E}_{\text{ср}2} = \frac{4,79}{4,2} = 1,14$$

$$\mathcal{E}_{\text{ср}3} = \frac{4,2}{4,2} = 1,0$$

Таблица 4.11 - Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,88	0,94	1,0
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,6	4,5	4,2
3	Интегральный показатель эффективности	5,23	4,79	4,20
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,25	1,14	1,0

Сравнение значений интегральных показателей эффективности позволяет понять и выбрать более эффективный вариант решения поставленной в бакалаврской работе технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

Глава 5. Социальная ответственность

Транспортировка нефти относится к объектам промышленности, которые представляют потенциальную опасность профессиональных заболеваний и отравлений, возникающих в процессе работы.

В процессе анализа условий и технологий эксплуатации приемо-сдаточного пункта [REDACTED] насосные агрегаты играют значительную роль в сдачи нефти в магистральный нефтепровод. Насосное оборудование расположено в насосной внешней откачки (НВО), где существует вероятность проявления вредных и опасных производственных факторов, негативного воздействия на окружающую среду, а также возникновения ЧС.

Целью выполнения данной раздела выпускной квалификационной работы бакалавра является выявление и анализ перечисленных опасностей в рабочей зоне.

5.1 Производственная безопасность

Перечень опасных и вредных производственных факторов, которые могут возникнуть при эксплуатации насосного оборудования на приемо-сдаточном пункте [REDACTED], представлены в таблице ниже.

					Повышение эффективности работы приемо-сдаточного [REDACTED] за счет замены насосного оборудования			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Гордеева Д.А.			Социальная ответственность		Лит.	Лист
Руковод.		Верёвкин А.В.						Листов
Консульт.								
Рук-ль ООП		Брусник О.В.					64	80
							ТПУ гр. 2Б5А	

Таблица 5.1 - Опасные и вредные факторы при эксплуатации насосного оборудования на приемо-сдаточном пункте [REDACTED]

Наименование видов работ	Факторы (ГОСТ 12.0.003-74)[13]		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Открытие/закрытие задвижек Обслуживание, ремонт насосных агрегатов Контроль технологических параметров процесса перекачки товарной нефти	Повышенная загазованность воздуха рабочей среды Превышение уровней шума и вибрации Отклонение показателей микроклимата в помещении Недостаточная освещенность рабочей зоны	Движущиеся машины и механизмы Поражение электрическим током	ГОСТ 12.1.005-88 [14] ГОСТ 12.1.003-83 [15] ГОСТ 12.1.012-04 [16] ИОТВ-164-2015 [17] СП 52.13330.2011[18] РД 153-39ТН-008-96 [19] ГОСТ 12.1.038-82 [20] ГОСТ 12.1.010-76 [21]

5.1.1 Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению

5.1.1.1 Повышенная загазованность воздуха рабочей среды

Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны не должно превышать предельно допустимых концентраций (ПДК) с целью контроля над качеством производственной среды и профилактики неблагоприятного воздействия на здоровье работников.

В таблице 5.2 представлены предельно допустимые концентрации (ПДК) и классы опасности вредных веществ, входящих в состав нефти, паров нефти и веществ, участвующих в технологических процессах хранения и транспортировки углеводородов.

Таблица 5.2 - Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны [14]

Вещество	ПДК в воздухе рабочей зоны, мг/м ³	Класс опасности
Углеводороды C ₁ – C ₅	300	IV
Углеводороды C ₆ – C ₁₀	300	IV
Бензол	5	II
Ксилол	50	III
Толуол	50	III

Методы защиты человека от загазованности воздушной среды следующие:

1. Применение средств индивидуальной защиты, например противогаз или респиратор.
2. Применение средств коллективной защиты, например система естественной или искусственной вентиляции.
3. Контроль герметизации технологического оборудования.
4. Исключение или снижение необходимости присутствия человека путем автоматизации процессов.

5.1.1.2 Превышение уровней шума и вибрации

Источниками шума и вибрации в насосном помещении являются: насосы, электродвигатели, трубопроводы, элементы вентиляционных систем.

Уровень шума выше нормированных значений оказывает неблагоприятное влияние на состояние человека. Длительное воздействие шума снижает остроту слуха, нарушает координацию движений, а также негативно сказывается на сердечно-сосудистую и нервную систему. Согласно ГОСТ 12.1.003-83[15] допустимый уровень шума в рабочей зоне не должен превышать 80 дБ. Существуют различные меры борьбы с шумом, в основном применение звукоизолирующих средств непосредственно в источнике шума, наушники (СИЗ), соблюдения режима труда и отдыха.

Вибрация возникает из-за кавитации при работе насосов, пульсаций давлений, динамического не уравнивания вращающихся частей. Режим труда должен устанавливаться при показателе превышения вибрационной нагрузки не более 12 дБ[16]. Вибрация снижает производительность труда.

Вибрационная безопасность труда должна обеспечиваться системой технических решений, позволяющих уменьшить вибрационную активность, контролем вибрационных характеристик машин, также соблюдением режимов труда и отдыха.

5.1.1.3 Отклонение показателей микроклимата в помещении

Микроклимат в помещении насосного зала поддерживается при помощи системы вентиляции и отопления.

Оптимальными температурами микроклимата на рабочих местах производственных помещений в теплый период являются +20...+22 °С, в холодный период +19...+21 °С. Относительная влажность должна составлять 40 - 60%, скорость движения воздуха – 0,2 м/с.

Изменения температуры воздуха в течение смены при обеспечении оптимальных величин микроклимата на рабочих местах не должны превышать 2 °С и выходить за пределы величин, указанных выше [17].

Для предотвращения локального охлаждения работающие обеспечиваются головными уборами, рукавицами, обувью. При температуре воздуха ниже – 40 °С следует предусматривать защиту лица и верхних дыхательных путей.

В целях более быстрой нормализации теплового состояния и меньшей скорости охлаждения организма в последующий период пребывания на холоде в помещении для обогрева следует снимать верхнюю утепленную одежду [18].

5.1.1.4 Недостаточная освещенность рабочей зоны

Неправильно выбранное освещение значительно усложняет работу обслуживающего персонала, что способствует снижению производительности труда, а также может привести к травматизму. При недостаточном

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		67

освещении будет невозможно должным образом контролировать опасные зоны, при чрезмерном освещении произойдет слепящее действие.

Освещенность рабочих мест осуществляется с помощью естественного и искусственного освещения. Естественное освещение насосного зала в дневное время должно обеспечиваться окнами, число которых должно быть достаточным для работы обслуживающего персонала без снижения производительности. В темное время суток освещенность рабочих мест осуществляется искусственным освещением, светильники которого должны быть выполнены во взрывозащищенном исполнении. В случае ремонтных работ необходимо местное освещение. Для этого применяются переносные светильники на аккумуляторе во взрывозащищенном исполнении.

Для естественного освещения помещений промышленных предприятий коэффициент естественной освещенности (КЕО) должен составлять при верхнем или комбинированном освещении – 4,0 % [19].

5.1.2 Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению

5.1.2.1 Движущиеся механизмы, подвижные части производственного оборудования

Насосные агрегаты, расположенные в насосном зале, имеют вращающиеся части, которые могут привести к механическому воздействию на организм человека. Все движущиеся и вращающиеся части НА, в который входят двигатель и насос, а также передача от двигателя к насосу должны быть ограждены специальными съемными кожухами, чтобы исключить попадание в движущиеся и вращающиеся части. Ремонт и осмотр огражденных частей механизмов и снятие ограждений допускается только после полной остановки механизма [20].

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

5.1.2.2 Электрический ток

Поскольку насосный агрегат является весьма энергоемким объектом, то возникает опасность поражения электрическим током, а также опасность возникновения пожара и/или взрыва.

Таблица 5.3 - Напряжения прикосновения и токи, протекающие через человека при нормальном режиме электроустановки ГОСТ 12.1.038-82 [21]

Род тока	U , В	I , мА
	Не более	
Переменные, 50 Гц	2,0	0,3
Постоянный	8,0	1,0

Меры защиты:

1. Применяются защитное зануление, защитное заземление, защитное отключение.
2. Обеспечивают изоляцию, ограждение и недоступность электрических цепей.
3. Использование предупредительных плакатов и знаков безопасности.
4. Применяют средства индивидуальной защиты: диэлектрические перчатки и боты, диэлектрические резиновые коврики, инструменты с изолированными ручками.
5. Проведение инструктажей персонала, соблюдение техники безопасности.

5.1.2.3 Пожаровзрывобезопасность

Одним из пожаровзрывоопасным объектом на ПСП является насосная внешней откачки поскольку здесь сконцентрировано наибольшее количество взрывоопасных газов. Здесь возможно скопление паров нефти, сероводорода, метана, легких углеводородов.

Основными источниками их выделения являются [22]:

1. Предохранительные устройства. В случае остановки насосного агрегата срабатывает УСВД, и часть нефти сбрасывается в емкость сброса ударной волны, в результате чего имеется интенсивное газовыделение.

2. Нарушения герметичности оборудования (дефекты материалов и строительно-монтажных работ, коррозия, не соблюдение правил эксплуатации, окончание нормативного срока службы уплотнений запорной арматуры и насосов).

К выполнению работ могут приступить только работники, прошедшие противопожарный инструктаж, а при необходимости – дополнительное обучение.

Методы снижения пожаровзрывоопасности [23]:

1. Исключение источников газообразования (соблюдение правил эксплуатации, противокоррозионная защита, своевременная замена уплотнений насосов и запорной арматуры).

2. Исключение причин возникновения пожаров и взрывов.

3. Уменьшение концентрации взрывоопасных газов путем проветривания насосного помещения.

4. Контроль загазованности газоанализаторами.

5. Применение электрооборудования во взрывобезопасном исполнении.

Первичными средствами пожаротушения являются порошковые огнетушители, песок, кошма [23].

5.2 Экологическая безопасность

С точки зрения охраны окружающей среды аварией на объектах подготовки и перекачки нефти является нарушение герметичности трубопроводов, оборудования и попадание нефти в окружающую среду.

					Социальная ответственность	Лист
						70
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 5.4 - Вредные воздействия на окружающую среду и природоохранные мероприятия при управлении перекачкой товарной нефти по магистральному нефтепроводу [24]

Природные ресурсы и компоненты окружающей среды	Вредные воздействия	Природоохранные мероприятия
Атмосфера	Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу из магистральной насосной по причине не плотности технологического оборудования	Проверка оборудования на прочность и герметичность Соблюдение правил эксплуатации Своевременная замена уплотнений насосов и запорной арматуры Оснащение системой контроля загазованности
Гидросфера	Попадание в гидросферу загрязняющих веществ, таких как нефть, масла, растворители, шлам очистки насосов от нефти в составе сточных вод от насосной по причине ремонтных работ, несоблюдения правил эксплуатации оборудования, износа уплотнений насосов	Своевременный осмотр оборудования и устранение несоответствий паспортным требованиям Своевременная уборка отходов в специально отведенные места с дальнейшей транспортировкой до мест переработки Очистка, а затем отвод сточных воды с объектов ПСП только соответствующих нормативным требованиям
Литосфера	Утечки нефти, масла и других загрязняющих веществ в результате ремонтных работ, несоблюдения правил эксплуатации	Проведение своевременного осмотра оборудования и устранение несоответствий паспортным требованиям

5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Перечень возможных чрезвычайных ситуаций (ЧС):

- стихийного характера (лесные пожары, наводнения, ураганные ветры);
- социального характера (террористический акт);
- техногенного характера (производственная авария).

Наиболее типичной и опасной является ЧС техногенного характера, в результате которой может произойти неконтролируемые разливы нефти из-за повреждения самого насосного агрегата или его уплотнений.

При возникновении разлива нефти велика вероятность возникновения пожара при: неправильной работе с электрооборудованием, повреждения изоляции энергоснабжения, не соблюдении правил пожарной безопасности при эксплуатации и ремонтных работах. Так же стоит отметить длительную эксплуатацию насосных агрегатов, работающих непрерывно под нагрузкой, и во многих случаях в условиях агрессивных сред. Данные неблагоприятные факторы приводят возникновению пожаров. Пожары несут огромные экономические ущербы, человеческие жертвы и отрицательное воздействие на экологию.

Для снижения риска возникновения ЧС проводятся следующие мероприятия:

- организуется техническая диагностика оборудования, а также его техническое обслуживание и ремонт;
- осуществляется приобретение современных приборов контроля и сигнализации на замену физически и морально устаревших;
- проводятся периодические и внеочередные инструктажи с обслуживающим персоналом.

При возникновении аварии, угрожающей взрывом или пожаром, начальник ПСП или другое ответственное лицо, обязаны объявить о вводе на объекте аварийного режима и действовать в соответствии с планом ликвидации аварийных разливов нефти (ПЛАРН).

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		72

Имеющимися силами и средствами необходимо принять меры по ликвидации ЧС:

- прекратить работу производственного оборудования или перевести его в режим, обеспечивающий локализацию или ликвидацию аварии, или пожара;
- оказать первую помощь пострадавшим при аварии или пожаре, удалить из помещения за пределы цеха или из опасной зоны наружных установок всех рабочих и инженерно-технических работников, не занятых ликвидацией аварии или пожара;
- в случае угрозы для жизни людей немедленно организовать их спасение, используя для этого все имеющиеся силы и средства;
- вызвать пожарную часть, газоспасательную и медицинскую службы и привести в готовность средства пожаротушения;
- принять все меры к локализации и ликвидации аварии или пожара с применением защитных средств и безопасных инструментов;
- при необходимости включить аварийную вентиляцию и производить усиленное естественное проветривание помещений;
- на месте аварии при наличии газоопасных зон и на соседних участках запретить проезд для всех видов транспорта, кроме транспорта аварийных служб, до полного устранения последствий аварии;
- обеспечить защиту людей, принимающих участие в тушении пожара, от возможных выбросов горящей нефти, обрушений конструкций, поражений электрическим током, отравлений, ожогов;
- при необходимости принять меры по устройству обвалований против разлива нефти [25].

					Социальная ответственность	Лист
						73
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

5.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

5.4.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства

Работы на приемо-сдаточном пункте «XXXXXXXXXX» выполняются вахтовым методом в местности, приравненной к районам Крайнего Севера.

Работникам, выезжающим для выполнения работ вахтовым методом в районы Крайнего Севера и приравненные к ним местности из других районов:

- устанавливается районный коэффициент, и выплачиваются процентные надбавки к заработной плате в порядке и размерах, которые предусмотрены для лиц, постоянно работающих в районах Крайнего Севера и приравненных к ним местностях. Для ПСП «XXXXXXXXXX» районный коэффициент равен 50 % от оклада работника;
- предоставляется ежегодный дополнительный оплачиваемый отпуск в порядке и на условиях, которые предусмотрены для лиц, постоянно работающих:
- в районах Крайнего Севера – 24 календарных дня;
- в местностях, приравненных к районам Крайнего Севера – 16 календарных дней.

За каждый день нахождения в пути от места нахождения работодателя (пункта сбора) до места выполнения работы и обратно, предусмотренные графиком работы на вахте, а также за дни задержки в пути по метеорологическим условиям или вине транспортных организаций работнику выплачивается дневная тарифная ставка, часть оклада (должностного оклада) за день работы (дневная ставка) [26].

В соответствии с законодательством на работах с вредными и или опасными условиями труда, а также на работах, связанных с загрязнением, работодатель обязан бесплатно обеспечить выдачу сертифицированных средств индивидуальной защиты согласно действующим типовым отраслевым нормам бесплатной выдачи работникам спецодежды, спец. обуви

					Социальная ответственность	Лист
						74
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

и других средств индивидуальной защиты в порядке, предусмотренном «Правилами обеспечения работников специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты», или выше этих норм в соответствии с заключенным коллективным договором или тарифным соглашением [27].

5.4.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

При размещении на производственной территории санитарно-бытовых и производственных помещений, мест отдыха, проходов для людей, рабочих мест должны располагаться за пределами опасных зон. На границах зон, постоянно действующих опасных производственных факторов должны быть установлены защитные ограждения, а зон потенциально опасных производственных факторов – сигнальные ограждения и знаки безопасности.

Находясь на территории производственной площадки, в производственных и бытовых помещениях, на участках работ и рабочих местах, работники, а также представители других организаций обязаны выполнять правила внутреннего трудового распорядка, принятые в данной организации. Территориально обособленные помещения, площадки, участки работ, рабочие места должны быть обеспечены телефонной связью или радиосвязью.

В санитарно-бытовых помещениях должна быть аптечка с медикаментами, носилки, фиксирующие шины и другие средства оказания пострадавшим первой медицинской помощи. В соответствии с законодательством работодатель обязан организовать проведение расследования несчастных случаев на производстве в порядке, установленном Положением, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 11 марта 1999 г. № 279. По результатам расследования должны быть разработаны и выполнены профилактические мероприятия по предупреждению производственного травматизма и профзаболеваний [28].

					Социальная ответственность	Лист
						75
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

В разделе «Социальная ответственность» были рассмотрены и проанализированы ряд опасностей, которые могут возникнуть на данном производственном объекте. Мероприятия по обеспечению безопасности труда должны сочетаться с определенными действиями людей на их рабочем месте и, соответственно с технологическими процессами, ни в коем случае не должно препятствовать выполнению рабочих операций. Обеспечение безопасности труда на производстве – важный фактор правильной деятельности предприятия.

					Социальная ответственность	Лист
						76
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Заключение

В выпускной квалификационной работе рассмотрены нормативные документы производственного объекта, проанализировано насосное оборудование, используемое на приемо-сдаточном пункте. Было выявлено, что насосное оборудование относится к основным потребителям электроэнергии, поэтому был изучен материал по причине повышения электропотребления и рекомендуемые мероприятия по их снижению.

Произведен технологический расчет основных параметров насоса, приведены меры по модернизации насосной внешней перекачки нефти.

Можно добавить, что вопрос избыточного энергопотребления насосных агрегатов, находящихся в эксплуатации, может быть успешно решен за счет модернизации, направленной на обеспечение данного требования.

					Повышение эффективности работы приемо-сдаточного [REDACTED] за счет замены насосного оборудования				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					
Разраб.		Гордеева Д.А.			Заключение	Лит.	Лист	Листов	
Руковод.		Верёвкин А.В.						77	80
Консульт.						ТПУ гр. 2Б5А			
Рук-ль ООП		Брусник О.В.							

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. МИ 2837-2003 Государственная система обеспечения единства измерений. Приемо-сдаточные пункты нефти. Метрологическое и техническое обеспечение.
2. Паспорт приемо-сдаточного пункта [REDACTED].
3. Технологический регламент ПСП [REDACTED] ООО [REDACTED].
4. Регламент взаимоотношений АО [REDACTED] и ООО [REDACTED] для обеспечения безопасного режима работы МН [REDACTED] и ведения учетных операций на ПСП [REDACTED].
5. ГОСТ Р 51858-2002 Нефть. Общие технические условия.
6. Проектирование и эксплуатация насосных и компрессорных станций: Учебник для вузов / А.М. Шаммазов, В.Н. Александров, А.И. Гольянов и др. – М.: ООО «Недра – Бизнесцентр», 2003. – 404с.
7. Трубопроводный транспорт нефти / Г.Г. Васильев, Г.Е. Коробков, А.А. Коршак и др; Под редакцией С.М. Вайншток: Учеб. для вузов: В 2т. – М.: ООО «Недра – Бизнесцентр», 2002. – Т. 1. – 407 с.
8. Типовые расчеты при проектировании и эксплуатации нефтебаз и нефтепроводов. Учебное пособие для ВУЗов/ П.И. Тугунов, В.Ф. Новосёлов, А.А. Коршак, А.М. Шаммазов. – Уфа: ООО «Дизайн-ПолиграфСервис», 2002. – 658с.

					Повышение эффективности работы приемо-сдаточного [REDACTED] за счет замены насосного оборудования			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Гордеева Д.А.			Список литературы		Лит.	Лист
Руковод.		Верёвкин А.В.						78
Консульт.								80
Рук-ль ООП		Брусник О.В.					ТПУ гр. 2Б5А	

9. Гумеров А.Г., Колпаков Л.Г., Бажайкин С.Г., Векштейн М.Г. Центробежные насосы в системах сбора, подготовки и магистрального транспорта нефти. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 1999. – 295 с.
10. Технологический регламент ПСП [REDACTED].
11. Самоленков С.В. Обоснование энергосберегающих режимов работы нефтеперекачивающих центробежных насосов с регулируемым приводом»: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – СПб., 2014. – 20 с.
12. Гаврилов В.А. Пути повышения энергоэффективности насосного оборудования. Научно-технический журнал «Газпром нефти», №1 (3) март 2017.
13. ГОСТ 12.0.003-74 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы.
14. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. – Введ. 01.01.1989. – М.: Изд-во стандартов, 1988. – 48 с.
15. ГОСТ 12.1.003-83. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности. – Введ. 01.07.1984. – М.: Изд-во стандартов, 1983. – 13 с.
16. ГОСТ 12.1.012-04. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования. – Введ. 01.07.2008. – М.: Стандартинформ, 2004. – 16 с.
17. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
18. ИОТВ-164-2015. Инструкция по охране труда при проведении работ в условиях низких температур.
19. СП 52.13330.2011. Свод правил. Естественное и искусственное освещение.
20. РД 153-39ТН-008-96. Руководство по организации эксплуатации и технологии технического обслуживания и ремонта оборудования и сооружений нефтеперекачивающих станций. – Введ. 01.01.1997. – Уфа: ИПТЭР, 1997. – 147 с.

					Список литературы	Лист
						79
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- 21.ГОСТ 12.1.038-82.ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов (с Изменением N 1).
22. ГОСТ 12.1.010-76. ССБТ. Взрывобезопасность. Общие требования. – Введ. 01.01.1978. – М.: Изд-во стандартов, 2002. – 6 с.
23. РД 13.220.00-КТН-575-06. Правила пожарной безопасности на объектах магистральных нефтепроводов. – Введ. 28.12.2006. – Уфа: ИПТЭР, 2006. – 62 с.
24. Защита окружающей среды при добыче, транспорте и хранении нефти и газа. Кесельман Г. С, Махмудбеков Э. А. – М: Недра, 1981. – 256 с.
25. ГОСТ 12. 1.004 – 91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.
26. Трудовой кодекс Российской Федерации (с изменениями на 1 апреля 2019 года).
27. Приказ Минздравсоцразвития России от 01.06.2009 № 290н «Об утверждении Межотраслевых правил обеспечения работников специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты».
28. Постановление Правительства РФ от 11.03.1999 №279 «Об утверждении Положения о расследовании и учете несчастных случаев на производстве».