

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

Инженерная школа природных ресурсов
Направление подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование
Профиль подготовки Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов
Отделение нефтегазового дела

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Расчет и проектирование центробежного насоса

УДК 621.671-047.74

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4Е41	Гольгин Андрей Юрьевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Беляев Дмитрий Владимирович			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Черепанова Наталья Владимировна	к.ф.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Штейнле Александр Владимирович	к.м.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
	Брусник Олег Владимирович	к.п.н.		

Томск – 2018 г.

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	<ol style="list-style-type: none"> 1. Обзор классификации насосов по принципу действия. 2. Классификация рабочих колес. 3. Произвести расчет проточной части центробежного насоса. 4. Финансовый менеджмент. 5. Социальная ответственность. 6. Выводы по работе.
Перечень графического материала	Чертеж рабочего колеса. План скоростей. Меридианное сечение рабочего колеса.

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Черепанова Наталья Владимировна, к.ф.н.
Социальная ответственность	Штейнле Александр Владимирович, к.м.н.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
-	

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Беляев Д.В.	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4E41	Гольгин Андрей Юрьевич		

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

Инженерная школа природных ресурсов
Направление подготовки: 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
Профиль подготовки: «Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов»
Уровень образования: бакалавриат
Отделение нефтегазового дела
Период выполнения весенний семестр 2017/2018 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)
09.05.2018	<i>Объект и методы исследования. Разработка модели.</i>	50
18.05.2018	<i>Выполнение расчетной части работы.</i>	40
30.05.2018	<i>Устранение недочетов в работе.</i>	10

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Беляев Д.В.	-		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
	Брусник Олег Владимирович	К.П.Н.		

Планируемые результаты обучения ООП

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

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

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

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

Реферат

Выпускная квалификационная работа 73 страницы, 16 рисунков, 13 таблиц, 20 источников.

Ключевые слова: центробежный насос, рабочее колесо, спиральный отвод.

Объектом исследования является: центробежный насос.

Цель дипломной работы – проектирование рабочего колеса, и расчет проточной части центробежного насоса при заданных параметрах.

В процессе исследования проводился: рассмотрены классификация и принцип действия различных насосов, приведена классификация рабочих колес и требования, предъявляемые для насосов нефтяной промышленности. Расчет геометрических и кинематических параметров рабочего колеса, произведен расчет спирального отвода, найдены осевая сила, действующая на ротор и радиальная сила, которая действует на рабочее колесо.

В результате исследования: спроектировано меридианное сечение рабочего колеса насоса, и спроектировано само рабочее колесо, по полученным результатам расчетов. Выполнен прочностной расчет соединения вала с рабочим колесом. Подобран привод насоса.

Область применения: использование оборудования в нефтегазовой промышленности, на нефтегазоперекачивающих станциях и установках.

Экономическая эффективность и значимость работы: используя результаты данной работы, нефтегазодобывающие предприятия могут использовать их для выбора оборудования на определенном месторождении.

Определения, обозначения, сокращения и нормативные ссылки

ТЭК – топливно-энергетический комплекс.

Рабочее колесо (РК) – главная рабочая деталь насоса. Задача рабочего колеса насоса – преобразование вращательной энергии, которая выходит из двигателя, в энергию потока воды.

Насос — гидравлическая машина, преобразующая механическую энергию приводного двигателя или мускульную энергию (в ручных насосах) в энергию потока жидкости, служащую для перемещения и создания напора жидкостей всех видов, механической смеси жидкости с твёрдыми и коллоидными веществами или сжиженных газов.

Отводящие устройства (отводы) - это неподвижные элементы проточной части, расположенные непосредственно за рабочим колесом.

ГОСТ 6033-80 «Основные нормы взаимозаменяемости. Соединения шлицевые эвольвентные с углом профиля 30°. Размеры, допуски и измеряемые величины»

РД 153-39-019-37 «Методические указания по определению технологических потерь нефти на предприятиях нефтяных компаний Российской Федерации .

Оглавление

Введение.....	13
1. Обзор литературы	14
2. Объект и методы исследования	15
2.1. Классификация насосов по принципу действия	15
2.2. Схемы и основные типы конструкций лопастных насосов	21
2.3. Рабочее колесо	23
2.4. Требования предъявляемые к насосам для нефтяной промышленности .	25
3. Расчетная часть.....	26
3.1. Расчет основных кинематических и геометрических параметров рабочего колеса.....	26
3.2. Проектирование меридианного сечения.....	32
3.3. Расчет спирального отвода.....	33
3.4. Расчет осевой силы, действующей на ротор насоса.....	35
3.5. Расчет радиальной силы, действующей на рабочее колесо.....	36
3.6. Выбор электродвигателя	37
3.7. Расчет шлицевого соединения на прочность	37
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение..	40
4.1. Анализ конкурентных технических решений	40
4.2. SWOT-анализ.....	42
4.3. Планирование научно-исследовательских работ.....	46
4.4. Определение ресурсоэффективности проекта	55
5. Социальная ответственность	58
5.1. Описание рабочей зоны.....	60
5.2. Производственная безопасность.....	60

5.3. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды	61
5.4. Анализ опасных факторов, выявленных на производстве.....	64
5.5. Экологическая безопасность.....	65
5.6. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	67
5.7. Правовые и организационные вопросы безопасности	69
Заключение	71
Список использованных источников	72

Введение

Насосостроение одна из важнейших отраслей, определяющих развитие цивилизации. Насосы применяются во многих областях промышленности. Ускоренное развитие этой отрасли началось в середине прошлого века. Это было связано с развитием ТЭК: добыча и транспортировка нефти, строительство ТЭС и АЭС, создание крупных химических производств и т.д.

Высокие темпы развития нефтяной и газовой промышленности обуславливают увеличение производства надежных и мощных нефтеперекачивающих и газоперекачивающих агрегатов.

Актуальность данной работы заключается в том, что центробежные насосы широко распространены, поэтому необходимо правильно рассчитать габариты деталей, входящих в насос. Необходимо также учесть условия, при которых будет работать насос, такие как плотность перекачиваемой жидкости, средневзвешенная температура, пропускная способность трубопровода и т.д.

В данной работе произведен расчет проточной части насоса и спроектировано рабочее колесо центробежного магистрального насоса с пропускной способностью 20 млн.т/год, также выполнен прочностной расчет и выбран привод.

Целью работы является: проектирование рабочего колеса, и расчет проточной части центробежного насоса при заданных параметрах.

В соответствии с целью выпускной квалификационной работы, были поставлены следующие задачи:

- расчет и проектирование элементов проточной части насоса;
- прочностной расчет;
- выбор привода.

1. Обзор литературы

В своих работах авторы Будов В.М. и Айзенштейн М.Д. отражают достижения по конструктивному исполнению центробежных насосов различных типов и основные тенденции их совершенствования. Описаны условия работы насосного оборудования и требования к нему, изложены расчетные методики для определения технических характеристик основных узлов насоса.

Авторами Ржебаевой Н.К. и Ржебаевым Э.Е. рассмотрены вопросы выбора оптимальной конструктивной схемы, выбора материала основных деталей, особое внимание уделено гидродинамическим расчетам проточных частей. Изложены вопросы проектирования и расчета элементов конструкций.

В своей книге «Центробежные и осевые насосы» Ломакин А.А. рассматривает вопросы теории, расчета и конструирования лопастных насосов, также источник отражает опыт отечественного насосостроения.

В источнике [16] рассмотрен расчет основных параметров нефтяных магистральных насосов и пересчет их характеристик с воды на вязкую нефть.

Башта Т.М., Руднев С.С. и другие авторы в своей работе «Гидравлика, гидромашины и гидроприводы» рассматривают рабочий процесс лопастных гидромашин - центробежных и осевых насосов, приводят теорию и расчет этих машин, описывают их эксплуатационные свойства и характеристики.

Теория и предлагаемые методы расчета, изложенные Михайловым А.К., Малюшенко В.В. в работе «Конструкции и расчет центробежных насосов высокого давления», основываются на современном опыте отечественного насосостроения и даны с учетом повышения технико-экономических показателей насосов, увеличения мощности насосного агрегата, создания новых типов насосов.

2. Объект и методы исследования

2.1. Классификация насосов по принципу действия

Все типы насосов по принципу действия можно разделить на две группы:

1. Насосы вытеснения;
2. Лопастные насосы: осевые и центробежные. [1]

К первой группе относятся:

Поршневые насосы с поступательным движением тела вытеснения – поршневые, плунжерные;

Роторные насосы с вращательным движением тела вытеснения – зубчатые, винтовые, пластинчатые, жидкостно-кольцевые.

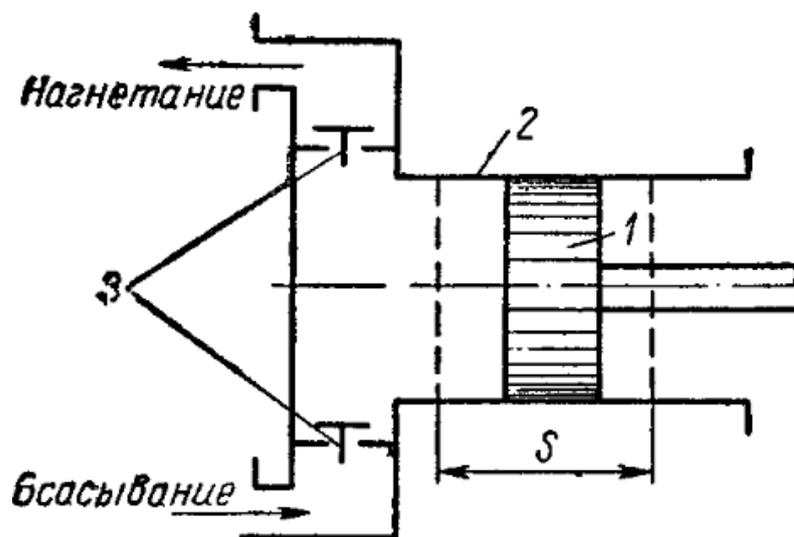


Рисунок 1 – Схема поршневого насоса:

1 – поршень; 2 – корпус; 3 – клапаны.

Поршневой насос представляет собой цилиндр с перемещающимся в нем поршнем. При перемещении из левого положения в правое, внутреннее пространство цилиндра заполняется жидкостью, поступающей со стороны всасывания. При обратном движении поршня жидкость, которая занимала внутреннее пространство цилиндра, вытесняется в сторону нагнетания.

Зубчатый насос схематично представлен на (рисунке 2). Особенностью зубчатого насоса является вращательное движение тела вытеснения. Жидкость, заключенная во впадинах зубцов шестерен,

ограниченных снаружи корпусом, при вращении колес перемещается из области всасывания в область нагнетания. Зубчатые насосы широко применяются в системах смазки машин.

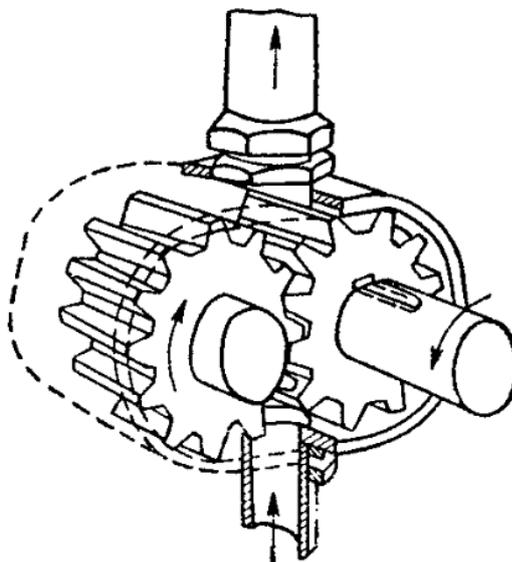


Рисунок 2 – Схема шестеренного насоса.

В последние 10 лет винтовые насосы получили широкое распространение. Принцип действия основан на возможности создания специального профиля винтов. [2] Линия зацепления между винтами обеспечивает полную герметизацию области всасывания от области нагнетания. Эта линия перемещается вдоль оси при вращении винтов. Жидкость, которая расположена во впадинах винта и ограниченная линией зацепления винтов и корпусом, при вращении винтов вытесняется в область нагнетания.

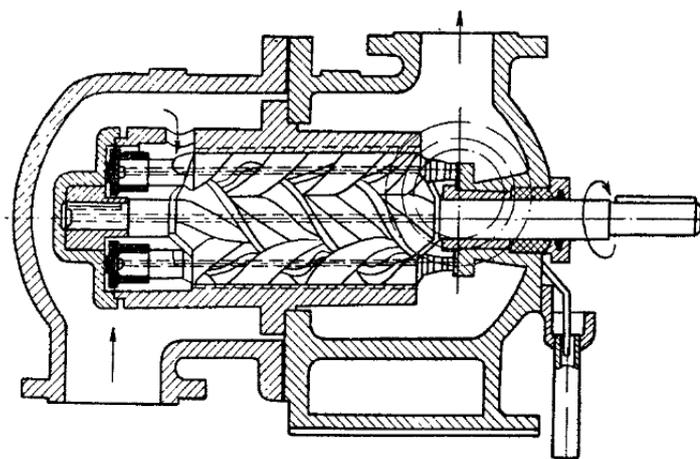


Рисунок 3 – Схема винтового насоса

Схема пластинчатого насоса представлена на (рисунке 4). Ротор насоса расположен эксцентрично в корпусе. Пластины, находящиеся в роторе, при вращении под действием центробежной силы, скользят по поверхности корпуса, выдвигаясь из тела ротора. [3] Эти пластины вместе с корпусом образуют герметичные, постепенно вырастающие полости. При дальнейшем вращении эти полости убывают до нуля.

Жидкость, заполняя полости между пластинами ротора, первоначально забирается из области всасывания, а затем вытесняется в область нагнетания.

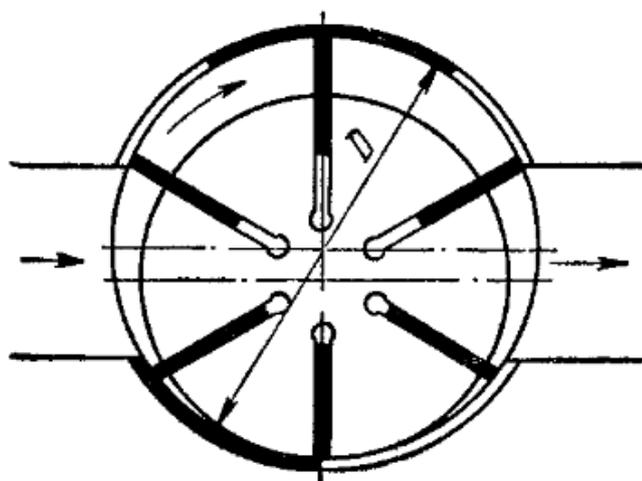


Рисунок 4 – Схема пластинчатого насоса

Характеристика насосов вытеснения (зависимость напора от подачи) представляется линией, незначительно наклоненной в сторону оси напоров.

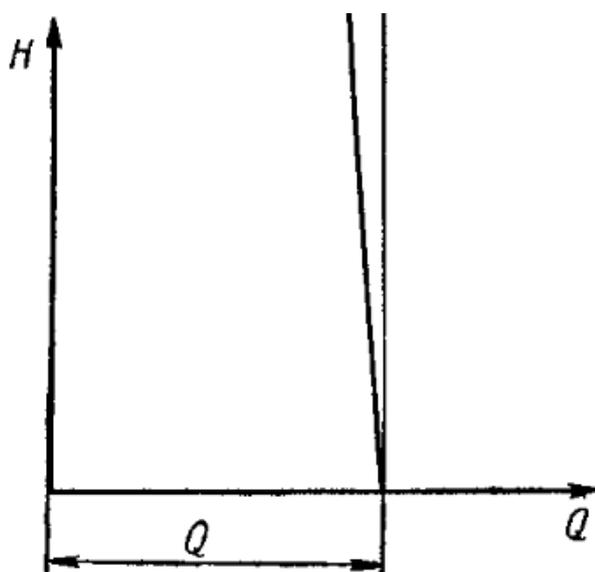


Рисунок 5 – Характеристика $H-Q$ насоса вытеснения

К лопастным насосам относятся:

- центробежные;
- диагональные;
- осевые;
- вихревые.

Работа осевых и центробежных насосов основана на силовом взаимодействии лопасти с обтекающим её потоком. Сходство процессов передачи механической энергии потоку от рабочего тела ведет к сходным эксплуатационным свойствам. [4] Различие между этими типами насосов состоит в том, что в центробежных насосах поток жидкости в области РК имеет радиальное направление, вследствие этого создаются условия для работы центробежных сил; в осевых насосах поток жидкости параллелен оси вращения лопастного колеса. [5]

Центробежный и осевой насосы схематично представлены на (рисунках 6 и 7) соответственно. Осевой и центробежный насосы состоят из корпуса 1 и лопастного колеса 2, которое свободно вращается внутри корпуса.

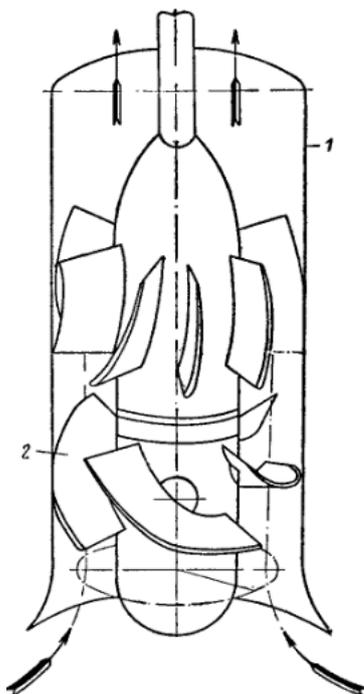


Рисунок 6 – Схема осевого насоса:

1 – корпус; 2 – лопастное колесо.

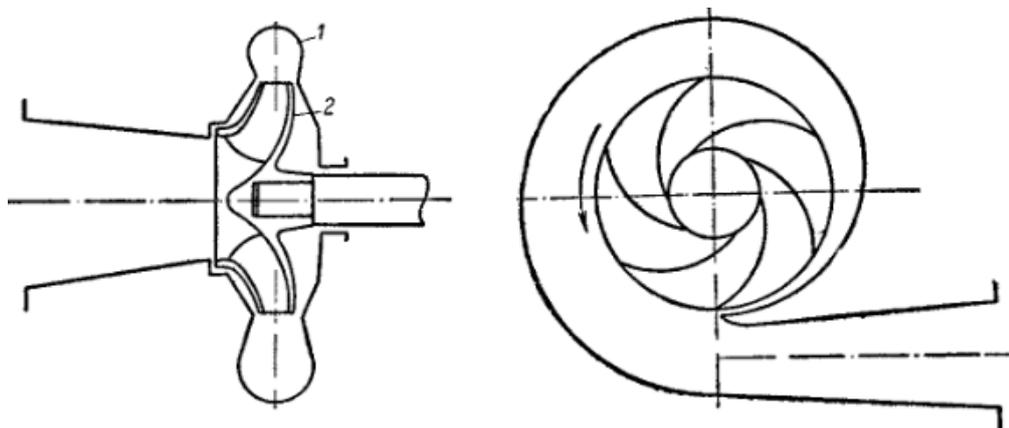


Рисунок 7 – Схема центробежного насоса:

1 – корпус; 2 – лопастное колесо.

Во время вращения РК в потоке жидкости, с обеих сторон каждой лопасти возникает разность давлений и, следовательно, силовое взаимодействие потока с лопастным колесом. Силы давления лопастей на поток создают вынужденное поступательное и вращательное движение жидкости, увеличивая её скорость и давление, иными словами, механическую энергию. [6]

При постоянном числе оборотов каждому значению подачи лопастного насоса соответствует определенный напор. Зависимость напора от подачи графически выражается плавной кривой (рисунок 8).

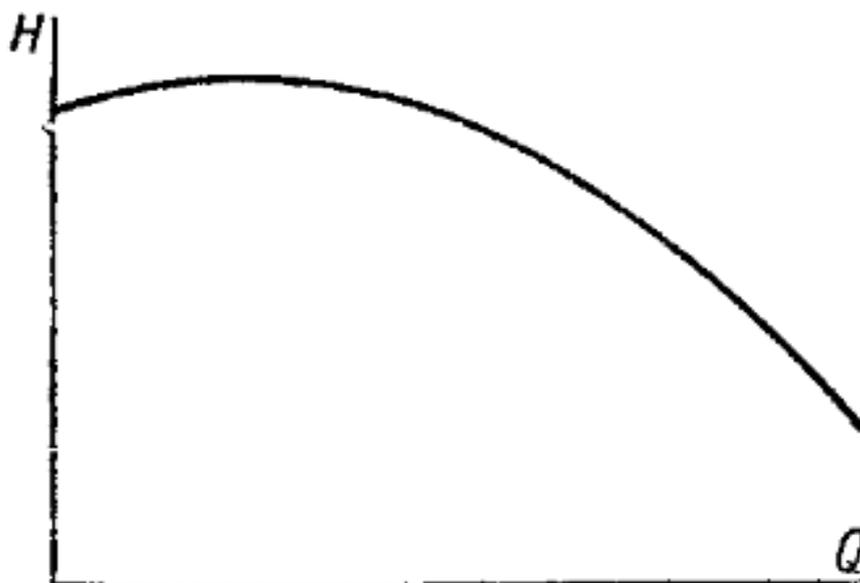


Рисунок 8 – Характеристика H-Q лопастного насоса

Вихревые насосы имеют такой же принцип действия, основанный на передаче энергии от лопасти к потоку жидкости. С боков через окно А жидкость подается к основаниям радиальных лопастей колеса. Последнее представляет собой центробежное рабочее колесо с радиальными лопастями, вращающееся внутри корпуса с малыми осевыми зазорами. В корпусе выполнен кольцевой канал, вокруг периферии колеса, заканчивающийся напорным патрубком, через который жидкость отводится из насоса. Войдя в насос жидкость, попадает в межлопастные пространства, где ей сообщается механическая энергия. Центробежные силы выбрасывают ее из колеса. Поток жидкости в кольцевом канале движется по винтовым траекториям и через некоторое расстояние вновь попадает в межлопастное пространство, в котором вновь получает приращение механической энергии. В корпусе насоса образуется своеобразное парное кольцевое вихревое движение, откуда насос и получил свое название. Многократные приращения энергии частиц жидкости приводят к тому, что вихревой насос создает напор значительно больший, чем центробежный. [7]

КПД у вихревых насосов ниже, чем у насосов центробежного типа, и не превышает 40-50%.

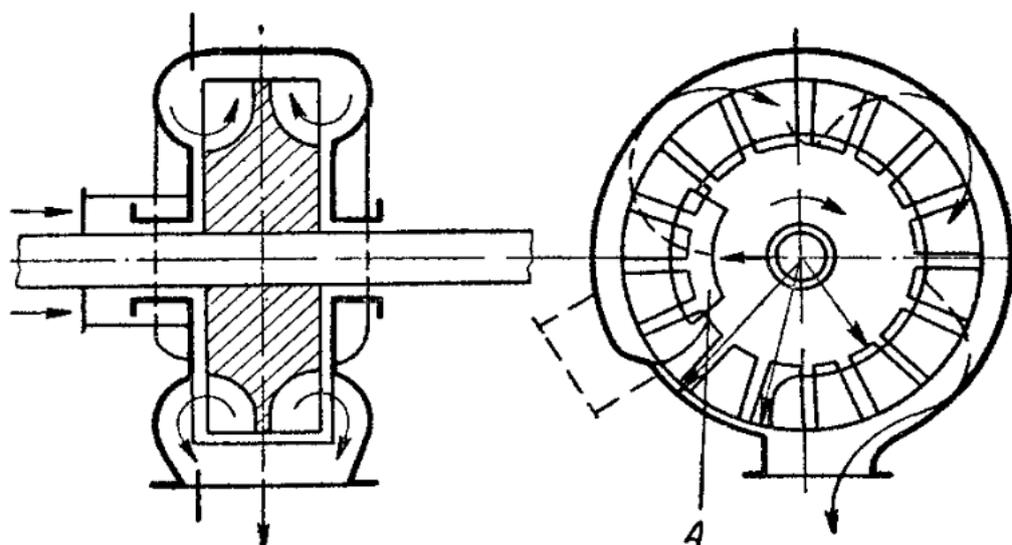


Рисунок 9 – Схема вихревого насоса

2.2. Схемы и основные типы конструкций лопастных насосов

Конструктивные схемы всех лопастных насосов аналогичны. Рассмотрим их на примере центробежных насосов, которые имеет наиболее широкое распространение и отличаются наибольшим разнообразием типов.

Рассмотрим отдельные конструктивные элементы и их назначение на примере простейшего центробежного насоса (рисунок 10).

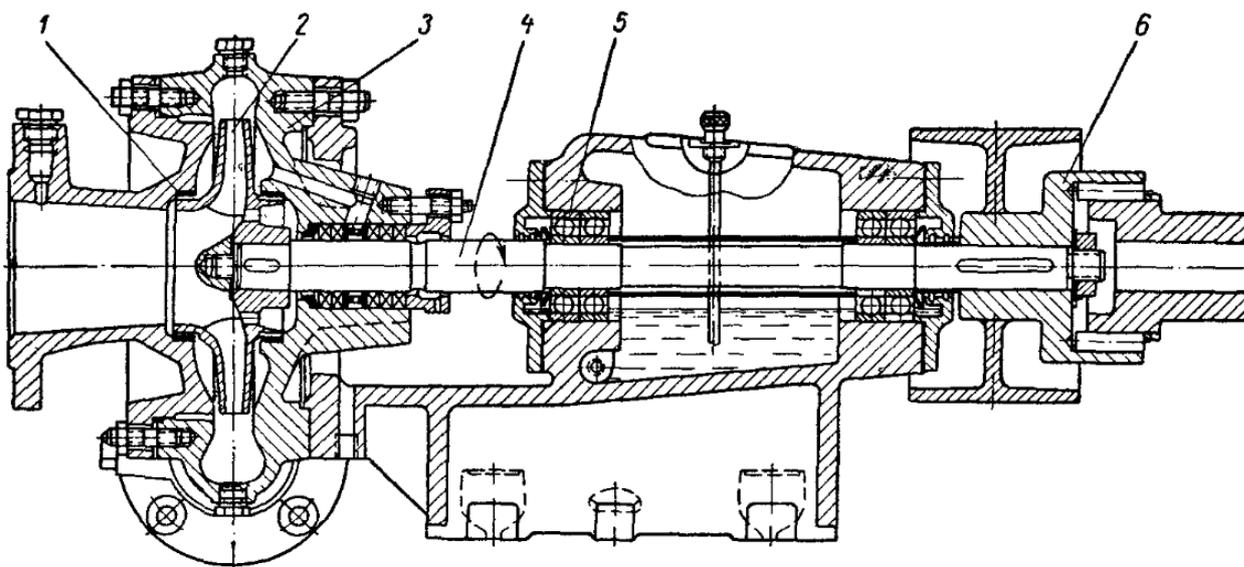


Рисунок 10 – Консольный одноступенчатый центробежный насос:

- 1 – уплотнение; 2 – лопастное колесо; 3 – корпус; 4 – вал; 5 – подшипники;
6 – муфта.

Лопастное колесо 2 представляет собой камеру, которая ограничена двумя поверхностями вращения. В этой камере располагается система лопастей. Лопасты приводят поток жидкости во вращательное движение, При вращении колеса, тем самым повышая механическую энергию потока. Корпус 3 предназначен для конструктивного объединения всех элементов в насосе, для подвода жидкости к колесу, отвода потока от него и для преобразования скоростной энергии потока в давление. Чтобы избежать обратного возврата жидкости из области нагнетания в область всасывания через пространство между корпусом и колесом служит уплотнение 1. Лопастное колесо крепится на валу 4, предназначенном для передачи механической энергии от двигателя. Валы насоса и двигателя соединяются муфтой 6. Вал опирается на подшипники 5, воспринимающие как осевую, так

и радиальную нагрузки, которые возникают вследствие действия веса и гидравлических сил. [8]

При параллельном соединении лопастных колес, каждое из них подает лишь часть общей подачи, создавая полный напор; поток в насосе делится на ряд параллельных струй. Такой насос называется многопоточным. [9] На (рисунке 11) показана схема наиболее распространенного типа насосов с двумя параллельными потоками. При входе поток делится на две части и поступает в лопастное колесо с двух сторон. При выходе из лопастного колеса обе части потока соединяются и поступают в спиральный отвод.

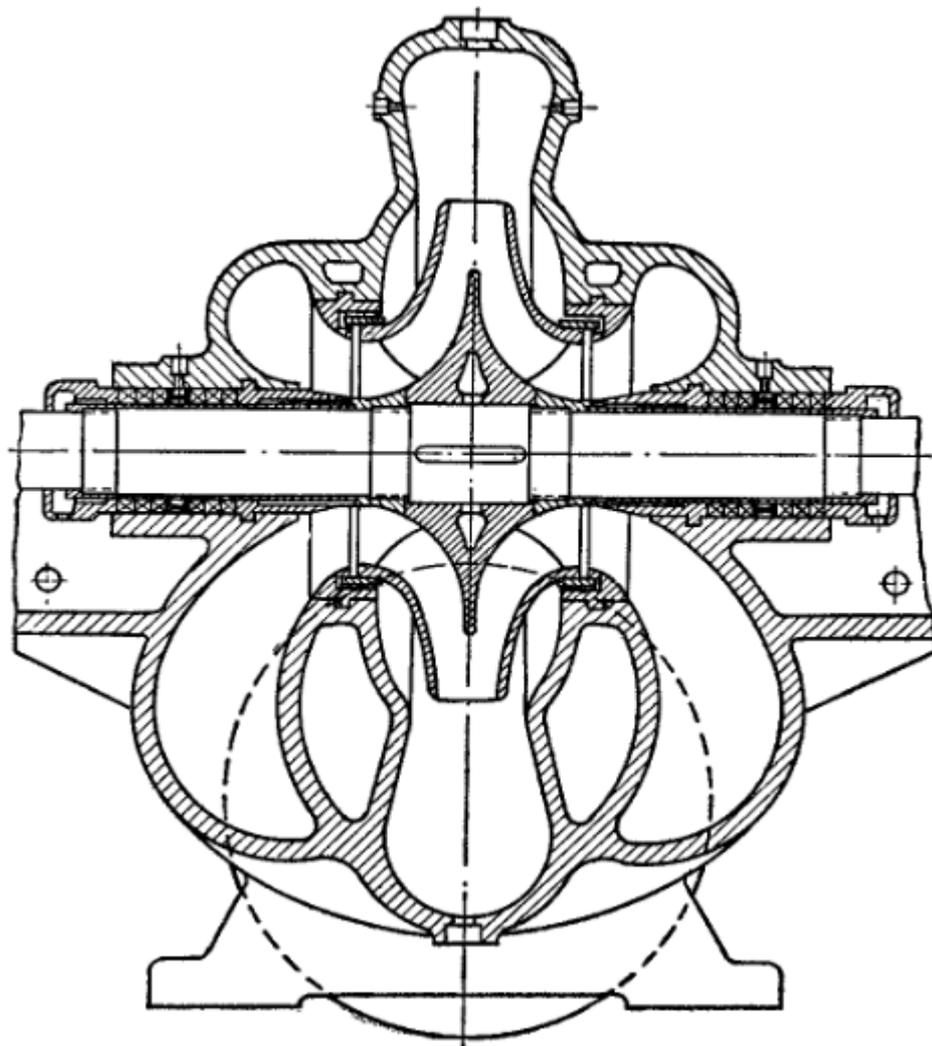


Рисунок 11 – Насос с двусторонним подводом

При последовательном соединении колес, каждое из них создает лишь часть полного напора при полной подаче; напор в насосе нарастает ступенями. Такой тип насоса называется многоступенчатым. Он позволяет

увеличить напор во столько раз, сколько у него ступеней. Все колеса насажены на общий вал и образуют единый ротор насоса.

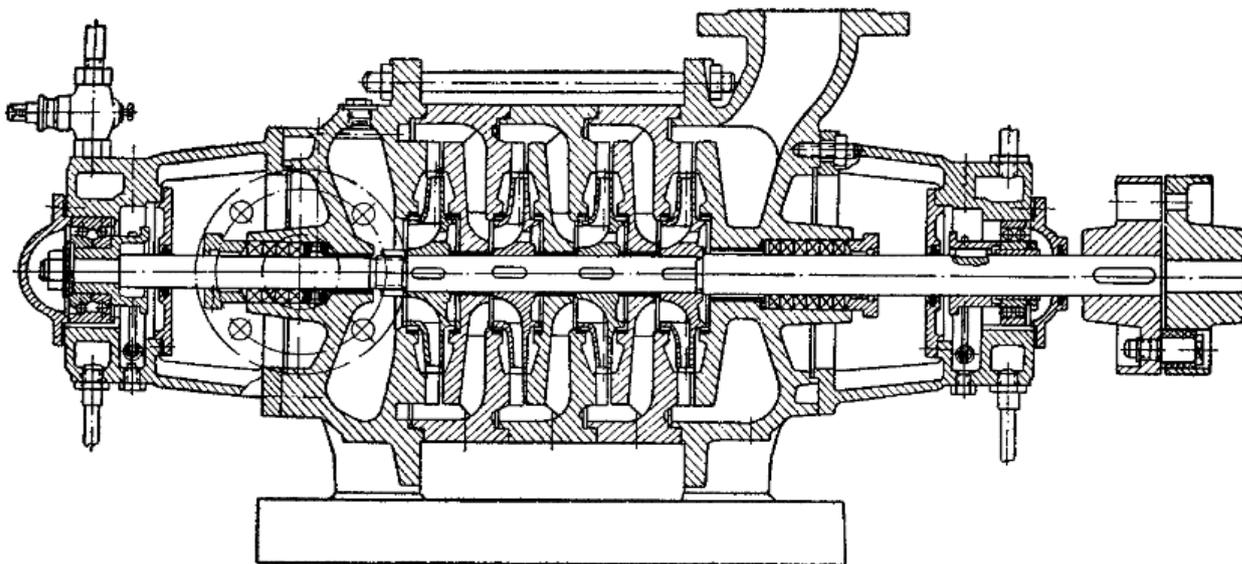


Рисунок 12 – Многоступенчатый насос

Во всей проточной части осевого насоса центр массы жидкости перемещается прямолинейно – вдоль оси вращения рабочего колеса. Это препятствует осуществлению многоступенчатой схемы в одном насосе.

Вихревое рабочее колесо является своеобразным центробежным. Направление движения жидкости в колесе здесь так же, как и в центробежном, изменяется от осевого к радиальному, вследствие чего конструктивные схемы вихревых насосов не отличаются от центробежных. Здесь также применяются многопоточные и многоступенчатые насосы. Часто в качестве второй ступени применяют центробежное РК.

2.3. Рабочее колесо

Основным элементом центробежного насоса является рабочее колесо, в значительной мере определяющее его конструкцию. Рабочие колеса можно классифицировать следующим образом:

- По коэффициенту быстроходности $n_{с.}$, характеризующему форму характеристик насосов, форму проточной части, КПД, и соотношение геометрических параметров.

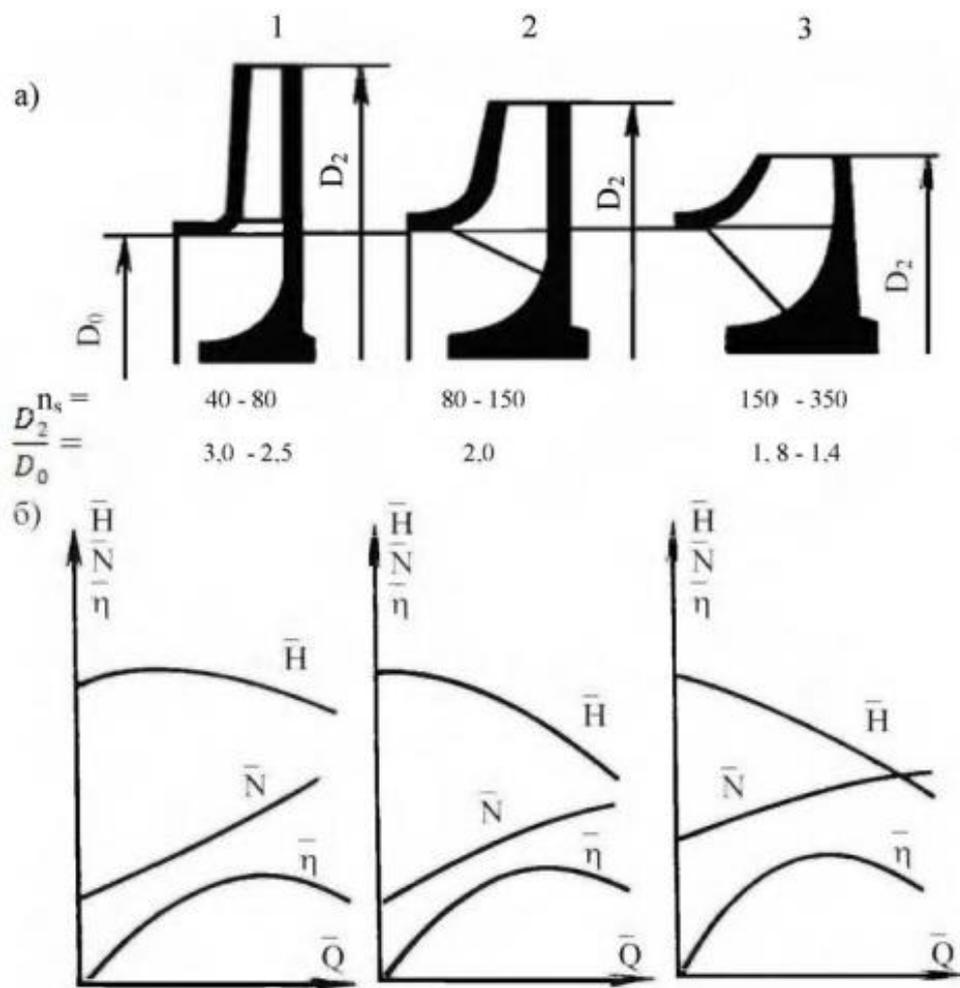


Рисунок 13 – Влияние коэффициента быстроходности на форму проточной части рабочего колеса (а) и характеристики насоса (б)

- По углу установки лопасти на выходе из РК β_2 , который значительно определяет конструктивный тип рабочего колеса. [10]

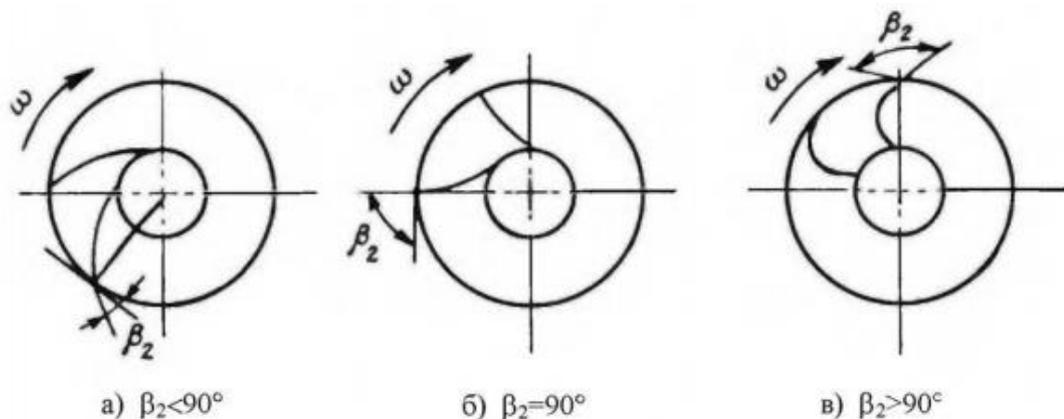


Рисунок 14 – Типы лопастей рабочего колеса.

- По конструкции дисков. Применяются полуоткрытые, открытые и закрытые рабочие колеса.

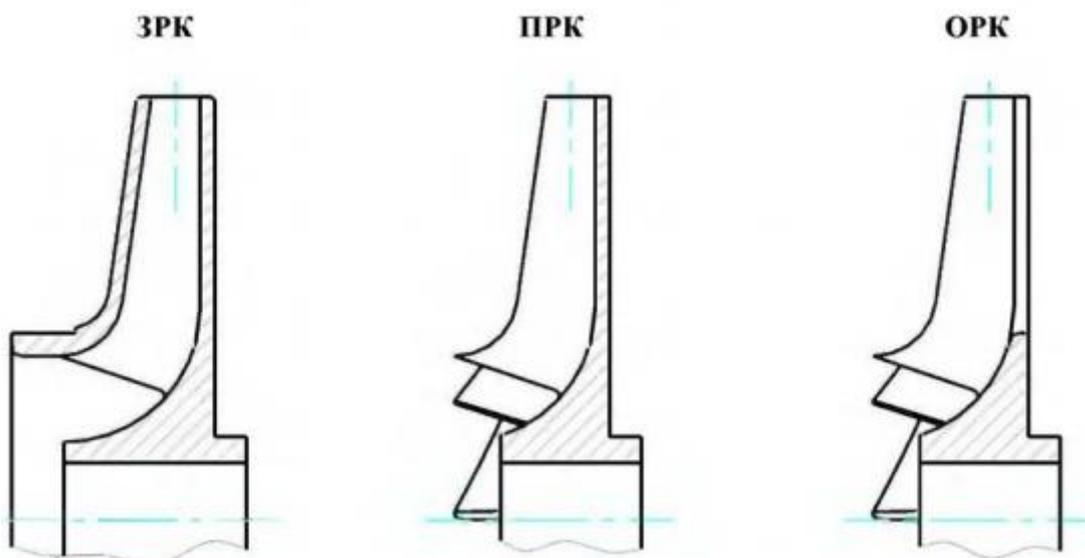


Рисунок 15 – Типы рабочих колес в зависимости от конструкции дисков. ЗРК - закрытое рабочее колесо; ПРК - полуоткрытое рабочее колесо; ОРК - открытое рабочее колесо.

2.4. Требования предъявляемые к насосам для нефтяной промышленности

Насосы, применяемые в нефтяной промышленности, должны соответствовать следующим условиям:

- Быть долговечными и надёжными в работе.
- Быть экономичными в эксплуатации.
- Быть удобными в демонтаже и монтаже.
- Обладать малым количеством деталей и полной их взаимозаменяемостью.
- Иметь минимальные габариты и вес.
- Допускать изменение характеристик в широком диапазоне вследствие возможного изменения технологического режима, а также необходимости переброски оборудования.

3. Расчетная часть

Исходные данные:

$G_{\Gamma} = 20$ млн.т/год – пропускная способность насоса.

$N_{\Gamma} = 350$ суток – расчетное число суток перекачки.

$K_{\Pi} = 1,1$ – коэффициент, учитывающий возможность

перераспределения потоков в процессе эксплуатации нефтепровода.

$t_{n.n} = 8$ °С – средневзвешенная температура перекачиваемой нефти.

$\rho_{ст} = 860$ кг/м³ – плотность нефти при стандартных условиях.

$\gamma = 0,686 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3 \cdot \text{°С}}$ – температурная поправка на плотность нефти.

$t_{ст} = 20$ °С – температура при стандартных условиях.

$H = 220$ м – напор насоса.

$i = 1$ число ступеней насоса.

$n = 3000$ об/мин – частота вращения.

Тип рабочего колеса – однопоточное: $\alpha = 1$.

Данный разде выполняется на основе рекомендаций [11-20].

3.1. Расчет основных кинематических и геометрических параметров рабочего колеса

Расчет параметров на входе в колесо

Плотность перекачиваемой нефти ρ_t при заданной температуре $t = t_{n.n}$

в соответствии с РД 153-39-019-37:

$$\rho_t = \rho_{ст} - \gamma \cdot (t_{n.n} - t_{ст}) = 860 - 0,686 \cdot (8 - 20) = 868,232 \text{ кг/м}^3. \quad (1)$$

Часовой расход перекачиваемой нефти:

$$Q = \frac{G_{\Gamma} \cdot 10^9 \cdot K_{\Pi}}{N_{\Gamma} \cdot 24 \cdot \rho_t} = \frac{20 \cdot 10^9 \cdot 1,1}{350 \cdot 24 \cdot 868,232} = 3,017 \cdot 10^3 \text{ м}^3/\text{ч} \quad (2)$$

Напор ступени насоса:

$$H = \frac{H}{i} = \frac{220}{1} = 220 \text{ м}. \quad (3)$$

Определяем коэффициент быстроходности:

$$n_s = \frac{3,65 \cdot n \cdot Q^{0,5}}{60 \cdot H^{0,75}} = \frac{3,65 \cdot 3000 \cdot (3,017 \cdot 10^3)^{0,5}}{60 \cdot 220^{0,75}} = 175,469 \quad (4)$$

Определяем по формуле Суханова Д.Я. приведенный диаметр рабочего колеса:

Принимаем коэффициент входной воронки рабочего колеса:

$$K_{ex} = 4,46;$$

$$D_{1np} = K_{ex} \sqrt[3]{\frac{Q}{3600 \cdot n}} = 4,46 \sqrt[3]{\frac{3,017 \cdot 10^3}{3600 \cdot 3000}} = 0,292 \text{ м.} \quad (5)$$

Определим объемный КПД насоса по формуле Ломакина А.А.:

$$\eta_o = \frac{1}{1 + 0,68 \cdot n_s^{-2/3}} = \frac{1}{1 + 0,68 \cdot 175,469^{-2/3}} = 0,979 \quad (6)$$

Вычислим подачу рабочего колеса:

$$Q = \frac{Q}{\eta_o} = \frac{3,017 \cdot 10^3}{0,979} = 3,082 \cdot 10^3 \text{ м}^3/\text{ч.} \quad (7)$$

Гидравлический КПД находим по формуле Ломакина А.А.:

$$\eta_z = 1 - \frac{0,42}{(\log(D_{1np} \cdot 10^3) - 0,172)} = 1 - \frac{0,42}{(\log(0,292 \cdot 10^3) - 0,172)} = 0,92 \quad (8)$$

Определяем внутренний механический КПД по формуле Ломакина А.А.:

$$\eta_d = \frac{1}{1 + 820 \cdot n_s^{-2}} = \frac{1}{1 + 820 \cdot 175,469^{-2}} = 0,974 \quad (9)$$

Внешним механическим КПД задаемся:

$$\eta_m = 0,96.$$

Вычислим полный КПД насоса:

$$\eta = \eta_o \eta_z \eta_d \eta_m = 0,979 \cdot 0,92 \cdot 0,974 \cdot 0,96 = 0,842 \quad (10)$$

Рассчитаем потребляемую насосом мощность:

$$N = \frac{\alpha \cdot \rho_t \cdot g \cdot Q \cdot H}{3600 \cdot \eta} = \frac{868,232 \cdot 9,81 \cdot 3,082 \cdot 10^3 \cdot 220}{3600 \cdot 0,842} = 1,865 \cdot 10^6 \text{ Вт} \quad (11)$$

Определим теоретический напор рабочего колеса:

$$H_T = \frac{H}{\eta_c} = \frac{220}{0,92} = 239,105 \text{ м.} \quad (12)$$

Максимальная мощность:

$$N_{\max} = 1,1 \cdot N = 1,1 \cdot 1,865 \cdot 10^3 = 2,051 \cdot 10^6 \text{ Вт.} \quad (13)$$

Крутящий момент на валу насоса:

$$M = \frac{30 \cdot N_{\max}}{\pi \cdot n} = \frac{30 \cdot 2,051 \cdot 10^6}{\pi \cdot 3000} = 6,528 \text{ кНм.} \quad (14)$$

Находим диаметр вала под рабочим колесом:

$$d_e = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot M}{\pi \cdot [\tau]}} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 6,528 \cdot 10^3}{\pi \cdot 15 \cdot 10^6}} = 0,13 \text{ м,} \quad (15)$$

где $[\tau]$ – заниженное допускаемое напряжение на кручение.

Диаметр втулки:

$$d_{em} = 1,1 \cdot d_e = 1,1 \cdot 0,13 = 0,143 \text{ м.} \quad (16)$$

Определяем диаметр входной воронки:

$$D_0 = \sqrt{D_{1np}^2 + d_{em}^2} = \sqrt{0,292^2 + 0,143^2} = 0,325 \text{ м.} \quad (17)$$

Диаметр средней точки входа кромки лопасти обычно принимают равным диаметру входной воронки:

$$D_1 = D_0 = 0,325 \text{ м.}$$

Находим меридианную скорость на входе:

$$V_{0m} = \frac{4Q}{3600 \cdot \pi \cdot D_{1np}^2} = \frac{4 \cdot 3,082 \cdot 10^3}{3600 \cdot \pi \cdot 0,292^2} = 12,825 \text{ м/с.} \quad (18)$$

Принимаем, что на входе закрутки потока нет $V_{0u} = 0$ м/с.

Принимаем коэффициент стеснения потока на входе:

$$k_1 = 1,1.$$

Меридианная скорость после поступления потока в межлопаточный канал:

$$V_{1m} = k_1 \cdot V_{0m} = 1,1 \cdot 12,825 = 14,107 \text{ м/с,} \quad (19)$$

где $V_{1m} = V_0$.

Ширина лопасти на входе:

$$b_1 = \frac{Q}{3600\pi D_1 \cdot V_{1m}} = \frac{3,082 \cdot 10^3}{3600 \cdot \pi \cdot 0,325 \cdot 14,107} = 0,059 \text{ м.} \quad (20)$$

Переносная скорость на входе в рабочее колесо:

$$U_1 = \frac{\pi \cdot D_1 \cdot n}{60} = \frac{\pi \cdot 0,325 \cdot 3000}{60} = 51,036 \text{ м/с.} \quad (21)$$

Угол безударного поступления потока на лопасть:

$$\beta_{1n} = \arctg \frac{V_{1m}}{U_1} = \arctg \frac{14,107}{52,036} = 0,27. \quad (22)$$

$$\beta_{1n} = 15,47^\circ.$$

Принимаем угол атаки из рекомендуемого интервала:

$$\Delta\beta = 7,604^\circ.$$

Вычисляем угол установки лопасти на входе:

$$\beta_1 = \beta_{1n} + \Delta\beta = 15,47 + 7,604 = 23,074^\circ. \quad (23)$$

Из плана скоростей относительная скорость входа:

$$W_1 = 36,022 \text{ м/с.}$$

Т.к. коэффициент быстроходности больше 150, то число лопастей, согласно рекомендациям, принимаем:

$$Z=6.$$

Толщины лопасти на входе и выходе принимаем согласно рекомендациям:

$$S_1 = 5 \cdot 10^{-3} \text{ м;}$$

$$S_2 = 5 \cdot 10^{-3} \text{ м.}$$

Коэффициент стеснения потока лопастями на входе в рабочее колесо:

$$k_1' = \frac{1}{1 - \frac{Z \cdot S_1}{\pi \cdot D_1 \cdot \sin\beta_1}} = \frac{1}{1 - \frac{6 \cdot 5 \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot 0,325 \cdot \sin(23,074)}} = 1,091. \quad (24)$$

Должно быть обеспечено условие:

$$|k_1' - k_1| \leq 0,01.$$

Условие выполняется, следовательно, пересчитывать параметры на входе в рабочее колесо нет необходимости.

Расчет параметров на выходе из рабочего колеса:

Предварительное значение наружного диаметра рабочего колеса определяем из основного уравнения насосов Эйлера:

$$D_2 = m_2 \cdot \frac{\sqrt{2gH}}{n} = 19,2 \cdot \frac{\sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 220}}{3000} = 0,462 \text{ м}, \quad (25)$$

где $m_2 = 19,2 \cdot \left(\frac{n_s}{100}\right)^{-1/6} = 19,2 \cdot \left(\frac{175,469}{100}\right)^{-1/6} = 21,086$, при $n_s > 100$.

Принимаем коэффициент стеснения потока на выходе из рабочего колеса:

$$k_2 = 1,05.$$

На основании опытно-статистических данных рекомендуемые значения угла $\beta_2 = 25 - 30^\circ$, где большие значения характерны более низким n_s .

Принимаем $\beta_2 = 25^\circ$.

Меридианная скорость на выходе из рабочего колеса с учетом стеснения потока лопастями:

$$V_{2m} = k_2 \cdot V_{0m} = 1,05 \cdot 12,825 = 13,466 \text{ м/с}. \quad (26)$$

Найдем теоретический напор при бесконечном числе лопаток:

$$H_m = \frac{H}{\eta_z \cdot k_z} = \frac{220}{0,92 \cdot 1,05} = 504,199 \text{ м}, \quad (27)$$

где поправка k_z определяется по формуле Пфлейдерера:

$$\Psi = 1,6 \cdot \left[\sin \beta_2 + \left(\frac{D_1}{D_2} \right)^2 \cdot \sin \beta_1 \right]; \quad (28)$$

$$\Psi = 1,6 \left[\sin(25) + \left(\frac{0,325}{0,462} \right)^2 \sin(23,074) \right] = 0,986$$

$$p = 2 \cdot \frac{\Psi}{Z} \cdot \frac{1}{1 - \frac{D_1}{D_2}} = \frac{2 \cdot 0,986}{6 \left(1 - \frac{0,325}{0,462}\right)} = 1,109; \quad (29)$$

$$k_z = \frac{1}{1 + p} = \frac{1}{1 + 1,109} = 0,474. \quad (30)$$

Переносная скорость потока на выходе из рабочего колеса:

$$U_2 = \frac{V_{2m}}{2 \cdot \operatorname{tg} \beta_2} + \sqrt{\left(\frac{V_{2m}}{2 \cdot \operatorname{tg} \beta_2}\right)^2 + g \cdot H_m}. \quad (31)$$

$$U_2 = \frac{13,466}{2 \cdot \operatorname{tg}(25)} + \sqrt{\left(\frac{13,466}{2 \cdot \operatorname{tg}(25)}\right)^2 + 9,81 \cdot 504,199} = 86,25 \text{ м/с.}$$

Окружная составляющая скорости при бесконечном числе лопаток:

$$V_{2u\infty} = U_2 - \frac{V_{2m}}{\operatorname{tg} \beta_2} = 86,25 - \frac{13,466}{\operatorname{tg}(25)} = 57,347 \text{ м/с.} \quad (32)$$

Окружная составляющая абсолютной скорости на выходе:

$$V_{2u} = k_z \cdot V_{2u\infty} = 0,7 \cdot 57,347 = 40,143 \text{ м/с,} \quad (33)$$

где $k_z = 0,7 - 0,8$, принимаем $k_z = 0,7$.

Вычислим уточненный наружный диаметр рабочего колеса:

$$D_2 = \frac{60 \cdot U_2}{\pi \cdot n} = \frac{60 \cdot 86,25}{\pi \cdot 3000} = 0,549 \text{ м.} \quad (34)$$

Коэффициент стеснения потока лопастями на выходе:

$$k_2^{\wedge} = \frac{1}{1 - \frac{Z \cdot S_2}{\pi \cdot D_2 \cdot \sin \beta_2}} = \frac{1}{1 - \frac{6 \cdot 5 \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot 0,549 \cdot \sin(25)}} = 1,043. \quad (35)$$

Должно быть обеспечено условие:

$$|k_2^{\wedge} - k_2| < 0,01.$$

Условие выполняется, следовательно, пересчитывать параметры на выходе в рабочее колесо нет необходимости.

Из плана скоростей относительная скорость выхода:

$$W_2 = 48,033 \text{ м/с.}$$

Из плана скоростей относительная скорость выхода, при бесконечном числе лопаток:

$$W_{2u\infty} = 31,886 \text{ м/с.}$$

Ширина рабочего колеса на выходе:

$$b_2 = \frac{Q}{\pi \cdot D_2 \cdot V_{2m} \cdot 3600} = \frac{3,082 \cdot 10^3}{3600 \cdot \pi \cdot 0,549 \cdot 13,466} = 0,037 \text{ м.} \quad (36)$$

3.2. Проектирование меридианного сечения

Строим меридианное сечение рабочего колеса в следующей последовательности:

- 1) принимаем приращение радиуса $\Delta r_i = 5 \dots 10$ мм;
- 2) задаемся графиком V_m в функции радиуса r : $V_{mi} = f(r_i)$;
- 3) в масштабе строим график изменения V_{mi} от V_{1m} на входе до V_{2m} на выходе;
- 4) ширину канала рабочего колеса находим по следующей формуле:

$$b_i = \frac{Q}{2\pi r_i \cdot V_{mi}}; \quad (37)$$

- 5) на принятой средней линии ac отмечаем точки, соответствующие r_i ;
- 6) принимаем эти точки за центры и описываем окружности с диаметром, равным b_i . Огибающие этих окружностей образуют боковые стенки канала в меридианном сечении.

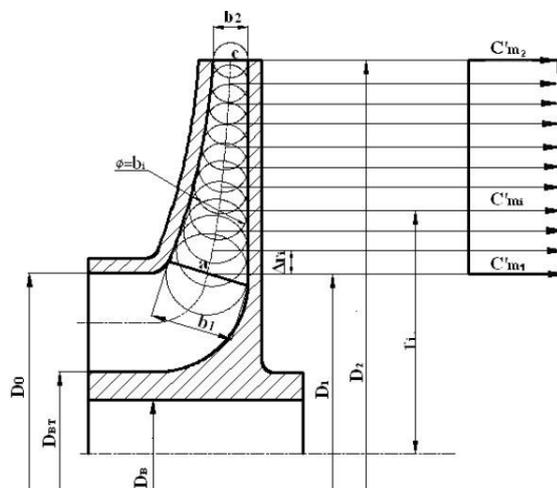


Рисунок 16 – Построение меридианного сечения рабочего колеса

3.3. Расчет спирального отвода

Определяем ширину отвода:

$$b_4 = b_2 + 0,05 \cdot D_2 = 0,037 + 0,05 \cdot 0,549 = 0,064 \text{ м.} \quad (38)$$

Находим радиус расположения языка отвода:

$$r_4 = \frac{D_2 \cdot 1,05}{2} = \frac{0,549 \cdot 1,05}{2} = 0,288 \text{ м.} \quad (39)$$

Определяем радиальный зазор между языком отвода и колесом:

$$\delta_r = r_4 - \frac{D_2}{2} = 0,288 - \frac{0,549}{2} = 0,014 \text{ м.} \quad (40)$$

Принимаем угол атаки языка отвода $i_{яз} = 4^\circ$.

Вычислим угол языка отвода:

$$\alpha_{яз} = \alpha_2 + i_{яз} = 13,235 + 4 = 17,235^\circ, \quad (41)$$

где $\alpha_2 = \arctg\left(\frac{V_{2m}}{U_2 - V_{2m} \cdot \text{ctg}\beta_2}\right) = \arctg\left(\frac{13,466}{86,25 - 13,466 \cdot \text{ctg}(25)}\right) = 13,235^\circ$ -

угол выхода потока из колеса.

Скорость потока в горле, определяем по формуле:

$$V_\Gamma = 0,65 \cdot V_{2u} = 0,65 \cdot 40,143 = 26,09 \text{ м/с.} \quad (42)$$

Площадь горла:

$$F_\Gamma = \frac{Q}{3600 \cdot V_\Gamma} = \frac{3,017 \cdot 10^3}{3600 \cdot 26,09} = 0,032 \text{ м}^2. \quad (43)$$

Найдем эквивалентный диаметр горла:

$$D_{горла} = \sqrt{\frac{4F_\Gamma}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,032}{\pi}} = 0,202 \text{ м.} \quad (44)$$

Находим высоту горла для прямоугольного сечения сборника:

$$h_\Gamma = \frac{F_\Gamma}{b_4} = \frac{0,032}{0,064} = 0,5 \text{ м.} \quad (45)$$

Предварительно принимаем скорость потока на выходе из насоса:

$$V_{вых} = 12 \text{ м/с.}$$

Определим площадь выходного сечения диффузора (напорного патрубка):

$$F_{\text{вых}} = \frac{Q}{3600V_{\text{вых}}} = \frac{3,017 \cdot 10^3}{3600 \cdot 12} = 0,07 \text{ м}^2. \quad (46)$$

Диаметр выходного сечения диффузора:

$$D_{\text{вых}} = \sqrt{\frac{4F_{\text{вых}}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,07}{\pi}} = 0,299 \text{ м}. \quad (47)$$

Округляем до ближайшего значения из стандартного ряда диаметров фланцев $D_{\text{вых}} = 315 \text{ мм}$.

Уточняем площадь выходного сечения диффузора и скорость потока на выходе из насоса:

$$F_{\text{вых}} = \frac{\pi D_{\text{вых}}^2}{4} = \frac{\pi \cdot 0,315^2}{4} = 0,078 \text{ м}^2. \quad (48)$$

$$V_{\text{вых}} = \frac{Q}{F_{\text{вых}}} = \frac{3,017 \cdot 10^3}{0,078} = 10,752 \text{ м/с}. \quad (49)$$

Длина конического диффузора:

$$L_{\text{кд}} = 2,5D_{\text{горла}} = 2,5 \cdot 0,202 = 0,505 \text{ м}. \quad (50)$$

Определяем эквивалентный угол конического диффузора:

$$\alpha_s = 2 \arctg \left(\frac{D_{\text{вых}} - D_{\text{горла}}}{2L_{\text{кд}}} \right) = 2 \arctg \left(\frac{0,315 - 0,202}{2 \cdot 0,505} \right) = 12,78^\circ. \quad (51)$$

Оптимальное значение в пределах $6 \dots 15^\circ$.

Таблица 1 – Результаты расчетов рабочего колеса и спирального отвода

Параметры насоса	Результаты расчета
Коэффициент быстроходности	$n_s = 175,469$
Мощность, потребляемая насосом, МВт	$N = 1,865$
Объемный КПД	$\eta_o = 0,979$
Гидравлический КПД	$\eta_z = 0,92$
Внутренний механический КПД	$\eta_d = 0,974$
Внешний механический КПД	$\eta_m = 0,96$
Полный КПД насоса	$\eta = 0,842$

Диаметр входа в колесо, м	$D_0 = 0,325$
Диаметр средней точки входа кромки лопасти, м	$D_1 = 0,325$
Ширина лопасти на входе, м	$b_1 = 0,059$
Диаметр колеса на выходе, м	$D_2 = 0,549$
Ширина лопасти на выходе, м	$b_2 = 0,037$
Угол установки лопасти на входе, °	$\beta_1 = 23,074$
Угол установки лопасти на выходе, °	$\beta_2 = 25$
Число лопастей	$Z = 6$
Угол выхода потока из колеса, °	$\alpha_2 = 13,235$
Длина конического диффузора, м	$L_{к\delta} = 0,505$
Диаметр напорного патрубка, м	$D_{вых} = 0,315$
Радиус расположения языка отвода, м	$r_4 = 0,288$
Угол языка отвода, °	$\alpha_{яз} = 17,235$
Площадь горла, м ²	$F_{г} = 0,032$
Эквивалентный угол конического диффузора, °	$\alpha_3 = 12,78$

В качестве уплотнения проточной части используем щелевое уплотнение.

3.4. Расчет осевой силы, действующей на ротор насоса

Вычислим радиус переднего уплотнения рабочего колеса:

$$r_y = \frac{D_0}{2} + 0,005 = \frac{0,325}{2} + 0,005 = 0,168 \text{ м.} \quad (52)$$

Радиус выходной кромки лопасти:

$$r_2 = \frac{D_2}{2} = \frac{0,549}{2} = 0,2745 \text{ м.} \quad (53)$$

Удельный вес перекачиваемой жидкости:

$$\gamma_{y\delta} = \rho_t \cdot g = 868,232 \cdot 9,81 = 8,517 \cdot 10^3 \text{ кг/(м}^2\text{с}^2\text{)}. \quad (54)$$

Рассчитаем осевую силу:

$$T = \pi(r_2^2 - r_y^2) \gamma_{y\delta} \frac{U_2^2}{8g} \left(\frac{r_2^2}{r_2^2 - r_y^2} \ln \frac{r_2^2}{r_y^2} + \frac{r_2^2 + r_y^2}{2r_2^2} - 2 \right) \quad (55)$$

$$T = \pi(0,2745^2 - 0,168^2) \cdot 8,517 \cdot 10^3 \cdot \frac{86,25^2}{8 \cdot 9,81} \cdot \left(\frac{0,2745^2}{0,2745^2 - 0,168^2} \cdot \ln \left(\frac{0,2745^2}{0,168^2} \right) + \frac{0,2745^2 + 0,168^2}{2 \cdot 0,168^2} - 2 \right) = 3,076 \cdot 10^4 \text{ Н.}$$

3.5. Расчет радиальной силы, действующей на рабочее колесо

Вычисления проводятся по формуле Степанова А.И. во всем диапазоне работы насоса:

$$R = 0,36 \left[1 - \left(\frac{Q''}{Q} \right)^2 \right] \gamma_{y\delta} \cdot H \cdot b_2 \cdot D_0 \quad (56)$$

Найдем радиальную силу по формуле (56):

$$R = 13,78 \cdot 10^3 \cdot \left[1 - \left(\frac{Q''}{Q} \right)^2 \right].$$

Зададимся пятью значениями Q'' , и вычислим соответствующие значения R :

1) При $Q'' = 1500 \text{ м}^3/\text{ч}$;

$$R = 10,37 \cdot 10^3 \text{ Н.}$$

2) При $Q'' = 2000 \text{ м}^3/\text{ч}$;

$$R = 7,722 \cdot 10^3 \text{ Н.}$$

3) При $Q'' = 2500 \text{ м}^3/\text{ч}$;

$$R = 4,315 \cdot 10^3 \text{ Н.}$$

4) При $Q'' = 3000 \text{ м}^3/\text{ч}$;

$$R = 150,596 \text{ Н.}$$

5) При $Q'' = 3500 \text{ м}^3/\text{ч}$

$$R = 4,771 \cdot 10^3 \text{ Н.}$$

3.6. Выбор электродвигателя

Двигатель выбирается по максимальной мощности насоса:

$$N_{\max} = \frac{k \cdot \rho_t \cdot g \cdot Q \cdot H}{3600 \cdot \eta} = \frac{1,1 \cdot 868,232 \cdot 9,81 \cdot 3,051 \cdot 10^3 \cdot 220}{3600 \cdot 0,842} = 2051 \text{ кВт.} \quad (57)$$

где $k=1,05 \dots 1,5$ – коэффициент запаса.

Исходя из расчетов выбираем двигатель трехфазный синхронный серии СТД 2500-2Р УХЛ4: частота вращения $n=3000$ об/мин, мощность $N=2500$ кВт.

3.7. Расчет шлицевого соединения на прочность

Необходимо произвести расчет, основанный на определении напряжений смятия, которые испытывают боковые поверхности зубьев. Возникающие напряжения среза и изгиба, в сечениях зубьев у оснований, пропорциональны напряжениям смятия; поэтому последние можно рассматривать как критерий подобия.

Соединение рабочего колеса с валом – шлицевое эвольвентное, так как диаметр вала $130 \text{ мм} > 112 \text{ мм}$, то мы не можем использовать прямобочное шлицевое соединение.

По ГОСТ 6033 – 80 выбираем соединение шлицевое эвольвентное с углом профиля 30° :

Модуль шлицев $m=2,5$ мм.

Номинальный диаметр $D=130$ мм.

Число зубьев $z=50$.

Диаметр делительной окружности $d=125$ мм.

Материал вала – Сталь 45.

Момент, передаваемый рабочему колесу:

$$M_{pk} = \frac{N_d}{n} = \frac{60 \cdot 2500}{3000} = 50000 \text{ Нм.} \quad (58)$$

Для эвольвентных зубьев средний диаметр соединения:

$$d_{cp} = d = 125 \text{ мм.}$$

Высота зубьев:

$$h = \theta m = 0,9 \cdot 0,0025 = 0,00225 \text{ мм}, \quad (59)$$

где $\theta = 1$ - при центрировании по боковым поверхностям и $\theta = 0,9$ - при центрировании по наружному диаметру.

Исходя из конструктивных соображений, принимаем длину поверхности контакта зубьев $l = 100$ мм.

Расчет напряжения проводится по формуле:

$$\sigma_{см} = \frac{2M_{рк}}{d_{cp} z h l \psi} = \frac{2 \cdot 50 \cdot 10^3}{0,125 \cdot 50 \cdot 0,00225 \cdot 0,1 \cdot 0,7} = 101,6 \text{ МПа} \leq [\sigma_{см}], \quad (60)$$

где $\psi = 0,7 \dots 0,8$ - коэффициент, учитывающий неравномерность распределения давления в соединении.

$[\sigma_{см}] = 300$ МПа - допускаемые напряжения на смятие на боковых поверхностях зубьев для Стали 45.

Условие выполняется $101,6 \text{ МПа} < 300 \text{ МПа}$.

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

Студенту:

Группа	ФИО
4E41	Голыгин Андрей Юрьевич

Инженерная школа природных ресурсов		Отделение нефтегазового дела	
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.02 «Технологические машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов»

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Работа с информацией, представленной в российских научных публикациях, статьях, нормативно-правовых документах.
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	Оценочная карта конкурентных технических решений
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	Иерархическая структура работ SWOT-анализ Календарный план-график реализации проекта
3. <i>Оценка ресурсной, финансовой, социальной, бюджетной эффективности научного исследования</i>	Определение ресурсоэффективности проекта

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. <i>Оценочная карта конкурентных технических решений</i>
2. <i>Матрица SWOT</i>
3. <i>Иерархическая структура работ</i>
4. <i>Календарный план проекта</i>
5. <i>Бюджет проекта</i>
6. <i>Определение ресурсоэффективности проекта</i>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ИШБИП	Черепанова Наталья Владимировна	к.ф.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4E41	Голыгин Андрей Юрьевич		

4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Цель финансового менеджмента заключается в экономическом планировании и оценке ресурсоэффективности научной исследовательской работы «Расчет и проектирование центробежного насоса». Разработка и создание конкурентных решений, технологий, должно отвечать требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

Для достижения цели необходимо решить задачи такие как:

- анализ конкурентных технических решений
- планирование научно-исследовательских работ;
- расчет бюджета затрат;
- определение ресурсной эффективности исследования.

4.1. Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают на научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов.

С этой целью может быть использована вся имеющаяся информация о конкурентных разработках:

- технические характеристики разработки;
- конкурентоспособность разработки и т.д.

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения. Целесообразно проводить данный анализ с помощью оценочной карты.

Таблица 2 - Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Эксплуатационные характеристики	0,1	5	3	2	0,5	0,3	0,2
2. Срок службы	0,1	5	3	2	0,5	0,3	0,2
3. Ремонтпригодность	0,1	3	4	2	0,3	0,4	0,2
4. Производительность	0,11	5	4	3	0,55	0,44	0,33
5. Надежность	0,1	4	4	3	0,4	0,4	0,3
6. Простота монтажа	0,09	3	3	4	0,27	0,27	0,36
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,02	3	3	2	0,06	0,06	0,04
2. Уровень проникновения на рынок	0,07	4	4	3	0,28	0,28	0,21
3. Цена	0,08	5	4	3	0,4	0,32	0,24
4. Долговечность	0,1	4	3	3	0,4	0,3	0,3
5. Обслуживание	0,1	4	5	5	0,4	0,5	0,5
6. Финансирование	0,03	3	3	2	0,09	0,09	0,06
Итого	1	48	43	34	4,15	3,66	2,94

Эти критерии основаны на выбранных объектах сравнения на основе их экономических и технических характеристиках разработки, создания и эксплуатации.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i = 0,1 \cdot 5 + 0,1 \cdot 5 + \dots + 0,03 \cdot 3 = 4,15, \quad (61)$$

где

K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i-го показателя.

Исходя из данного анализа конкурентоспособность разработки равна 4,15, а у других двух аналогов 3,66 и 2,94 соответственно. В результате полученных значений можно сказать, что данная научно-исследовательская разработка является конкурентоспособной в таких показателях, как надёжность, цена, производительность, срок службы и эксплуатационные характеристики.

4.2. SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Для дальнейшего анализа необходимо определить следующие понятия:

Сильные стороны – факторы, которые характеризуют качества, повышающие конкурентоспособность проекта. Сильные стороны отражают преимущество, которым обладает руководство проекта и использование которого позволяет более эффективно достигать поставленных.

Слабые стороны – это недостатки, которые характеризуют наличие ограничений или упущений, присутствующих в проекте. Наличие таких недостатков препятствует достижению поставленных целей или приводит к увеличению количества ресурсов необходимых для получения запланированных результатов.

Возможности – это влияние внешних факторов на рыночную среду, которые приводят к улучшению позиций проекта среди конкурентов. Возможности являются благоприятным событием для проекта.

Угрозы – это влияние внешних факторов на рыночную среду, которые приводят к ухудшению позиций проекта среди конкурентов. Возможности являются неблагоприятным событием для проекта несущим разрушительный или ограничивающий характер.

SWOT анализ проводится в несколько этапов.

Первый этап – необходимо описать сильные и слабые стороны проекта, выявить возможности и угрозы для реализации проекта, которые существуют или способны появиться в его внешней среде.

Второй этап – определение соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды.

Требуется построить интерактивную матрицу проекта, в которой «+» – сильное соответствие сильных сторон возможностям, «-» – слабое соответствие, «0» – соответствие лежит между «+» и «-». Получившаяся интерактивная таблица приведена в таблице 3.

Третий этап – составить итоговую матрицу SWOT анализа. Результаты представлены в таблице 4.

Таблица 3 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	+	-	0	0	-
	B2	+	0	-	+	+
	B3	+	+	+	+	+
	B4	+	+	-	-	0
	B5	+	+	-	-	-

Таблица 4 – Матрица SWOT

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта:	Слабые стороны научно-исследовательского проекта:
	C1. Квалифицированный персонал;	Сл1. Остановка насоса в процессе монтажа; Сл2. Уменьшение

	<p>C2. Высокий срок эксплуатации насоса;</p> <p>C3. Надежность данного оборудования по сравнению с другими;</p> <p>C4. Определение возможных опасных проявлений при работе насоса до его производства;</p> <p>C5. Наличие финансирования компании</p>	<p>производительности насоса;</p> <p>Сл3. Не испытан в работе;</p> <p>Сл4.Сложность сборки оборудования.</p>
<p>Возможности:</p> <p>V1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ;</p> <p>V2. Существование потенциального спроса на данную разработку со стороны газодобывающих и нефтяных компаний;</p> <p>V3. Развитие технологий в данной отрасли;</p> <p>V4. Повышение стоимости конкурентных</p>	<p>Результаты анализа интерактивной матрицы проекта полей «Сильные стороны и возможности»:</p> <p>V1C1-для исследования проекта необходимы лаборатории ТПУ, допуск к которым имеет квалифицированный персонал.</p> <p>V2C2-при потенциальном спросе со стороны газодобывающих и</p>	<p>Результаты анализа интерактивной матрицы проекта полей «Слабые стороны и возможности»:</p> <p>V3СЛ3- С созданием новых технологий появится возможность усовершенствования в сборке оборудования.</p>

исследований.	нефтяных компаний возможно повышение срока эксплуатации.	
Угрозы: У1. Отсутствие спроса на данные исследования; У2. Введения дополнительных государственных требований к сертификации продукции; У3. Снижение бюджета на исследование, со стороны инвестора; У4. Появление новых конкурентных разработок.	Результаты анализа интерактивной матрицы проекта полей «Сильные стороны и угрозы»: У2С1-возможно развитие новых государственных требований к сертификации продукта, если при их создании участвует квалифицированный персонал. У4С3-с появлением новых разработок появится угроза уменьшения надежности данного оборудования.	Результаты анализа интерактивной матрицы проекта полей «Слабые стороны и угрозы»: У2СЛ2 введения дополнительных государственных требований к сертификации продукции может привести к уменьшению производительности электронасосного агрегата.

С помощью этих данных представляется возможным выявить проблемы стоящие перед разработкой проекта, а так же определить направление использования существующего потенциала для их разрешения. С учетом слабых и сильных сторон проекта, можно сказать, что современные высокие технологии позволяют выполнять разработку и модернизацию насосов с учетом всех нюансов, однако для этого нужен квалифицированный

персонал. Также нынешняя политика государства не говорит о возможном ужесточении законов в отношении нефтегазовых компаний.

4.3. Планирование научно-исследовательских работ

Структура работ в рамках научного исследования

Для планирования научно-исследовательской работы ставятся следующие задачи:

- установление участников каждой работы;
- обозначение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Для проведения научного исследования на тему «Расчет и проектирование центробежного насоса» формируется перечень основных этапов и работ, проводится распределение исполнителей, в состав которых входят руководитель и инженер. Порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 5.

Таблица 5 - Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ работ	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
Разработка концепции проекта	2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер
	3	Разработка концепции проекта	Руководитель, Инженер
	4	Определение возможностей и оценка имеющихся ресурсов	Руководитель

	5	Календарное планирование работ	Руководитель, Инженер
Теоретические и экспериментальные исследования	6	Проведение теоретической оценки и предварительных расчетов	Инженер
	7	Компьютерное моделирование	Инженер
	8	Сравнение теоретических данных с результатами моделирования	Инженер
Анализ результатов	9	Оценка эффективности проделанных работ	Инженер
	10	Определение объема и частей ОКР	Руководитель, Инженер
Проведение ОКР			
Разработка и проектирование	11	Расчет геометрических параметров, выбор привода	Инженер
	12	Проектирование проточной части	Инженер
Оформление отчета по ВКР	13	Подготовка ВКР	Инженер

Определение трудоемкости выполнения работ

Для разработки календарного план-графика проведения научного исследования построена диаграмма Ганта (таблица 7). Диаграмма

представляет собой ленточный график, на котором работы в рамках проекта отображаются протяжными во времени отрезками, которые обозначают даты начала и окончания выполнения работ.

Для построения диаграммы Ганта составил таблицу временных показателей проведения научного исследования (таблица 6).

Таблица 6 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоемкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}
	t_{min} чел-дни	t_{max} чел-дни	$t_{ож\ i}$ чел-дни			
Составление и утверждение технического задания	1	1	1	Руководитель	1	2
Подбор и изучение материалов по теме	12	20	15	Инженер	15	22
Разработка концепции проекта	1	1	1	Руководитель, Инженер	1	2
Определение возможностей и оценка имеющихся ресурсов	1	1	1	Руководитель	1	2
Календарное планирование работ	1	1	1	Руководитель, Инженер	1	2
Проведение теоретической оценки и предварительных расчетов	4	12	7	Инженер	7	11
Компьютерное моделирование	3	8	5	Инженер	5	8
Сравнение теоретических данных с результатами моделирования	1	1	1	Инженер	1	2

Оценка эффективности проделанных работ	1	1	1	Руководитель, Инженер	1	2
Определение объема и частей ОКР	2	3	2	Руководитель, Инженер	1	2
Расчет геометрических параметров, выбор привода	10	18	13	Инженер	13	20
Проектирование проточной части	5	8	6	Инженер	6	9
Подготовка ВКР	30	40	34	Инженер	34	50

Для определения продолжительности выполнения работы используется следующая формула:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{кал}, \quad (62)$$

где

T_{ki} – длительность работ в календарных днях;

T_{pi} – длительность работ в рабочих днях;

$k_{кал}$ – коэффициент календарности.

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}}, \quad (63)$$

где

$T_{кал}$ – количество календарных дней в году;

$T_{вых}$ – количество выходных дней;

$T_{пр}$ – количество праздничных дней в году.

Таблица 7 – Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№	Вид работы	Исполнители	T_{ki}	январь	февраль	март	апрель	май
	Составление и утверждение технического задания	Руководитель	2					
2	Подбор и изучение материалов по	Инженер	22					

	теме				
3	Разработка концепции проекта	Руководитель , Инженер	2		
4	Определение возможностей и оценка имеющихся ресурсов	Руководитель	2		
5	Календарное планирование работ	Руководитель , Инженер	2		
6	Проведение теоретической оценки и предварительных расчетов	Инженер	11		
7	Компьютерное моделирование	Инженер	8		
8	Сравнение теоретических данных с результатами моделирования	Инженер	2		
9	Оценка эффективности проделанных работ	Инженер	2		
10	Определение объема и частей ОКР	Руководитель , Инженер	2		
11	Разработка принципиальной схемы резервуара	Инженер	20		
12	Выбор и расчет конструкции	Инженер	9		
13	Подготовка ВКР	Инженер	50		

 - Инженер
 - Руководитель
 - Руководитель, Инженер

Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

В рамках планирования бюджета НТИ необходимо обеспечить достоверное отображение всех видов расходов, связанных с выполнением работы. Для формирования бюджета НТИ принято использовать следующую группировку затрат по статьям:

- материальные затраты НИИ;
- затраты на специальное оборудование для научных работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды;
- накладные расходы.

Затраты на расходные материалы

Затраты на специальное оборудование и материальные затраты отсутствуют, поскольку настоящее исследование не требует закупки оборудования, сырья, материалов, запасных частей. В моем научно-техническом исследовании изготовление опытного образца не производится, поэтому затраты на его производство отсутствуют.

Для проведения научного исследования нам необходим компьютер, с установленным на него специальных программ и с нужным нам программным обеспечением.

Затраты на покупку компьютера:

$$Z = dk + d_{по} = 30000 + 2000 = 32000 \text{ руб,}$$

где: dk – стоимость компьютера; $d_{по}$ – стоимость программного обеспечения. Установка специальных программ для исследования и моделирования объекта производятся бесплатно.

Основная заработная плата исполнителей темы

Данный раздел отображает основную заработную плату научных сотрудников и инженерно-технических работников непосредственно участвующих в выполнении работ в рамках проекта. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20-30 % от тарифа или оклада. Расчет основной заработной платы представлен в таблице 8.

Таблица 8 – Расчет основной заработной платы

№ п/п	Исполнители	Трудоемкость,	Заработная	Всего
-------	-------------	---------------	------------	-------

	по категориям	чел.-дн.	плата, приходящаяся на один чел.-раб.дн., руб.	заработная плата по тарифу (окладам), руб.
1	Руководитель	10	1426	14260
2	Инженер	130	575	74750
Итого				89010

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_M \cdot M}{F_D}. \quad (64)$$

Для руководителя $Z_{\text{дн}} = \frac{Z_M \cdot k_p \cdot M}{F_D} = \frac{24600 \cdot 1,3 \cdot 11,2}{251} = 1426 \text{ руб.}$

Для инженера $Z_{\text{дн}} = \frac{Z_M \cdot k_p \cdot M}{F_D} = \frac{9489 \cdot 1,3 \cdot 10,4}{223} = 575 \text{ руб.},$

где Z_M – месячный должностной оклад работника, руб.; k_p – районный коэффициент; M – количество месяцев работы без отпуска в течении года; F_D – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Основная заработная плата руководителя рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p \quad (65)$$

Для руководителя $Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p = 1426 \cdot 10 = 14260 \text{ руб.}$

Для инженера $Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p = 575 \cdot 130 = 74750 \text{ руб.},$

где T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб.дн.; $Z_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Расчет основной и дополнительной (полной) заработной платы:

$$C_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}. \quad (66)$$

Для руководителя $C_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} = 14260 + 1711 = 15971 \text{ руб.}$

Для инженера $C_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} = 74750 + 8970 = 83720 \text{ руб.},$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата; $Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата.

Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала

В данном разделе проведен расчет затрат по дополнительной заработной плате. Дополнительная заработная плата учитывает доплаты за отклонение от нормальных условий труда, выплаты связанные с обеспечением гарантий и компенсаций предусмотренных Трудовым кодексом РФ.

Для расчета дополнительной заработной платы используется следующая формула:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} \quad (67)$$

Для руководителя $Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,12 \cdot 14260 = 1711$ руб.

Для инженера $Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,12 \cdot 74750 = 8970$ руб,

где $k_{доп}$ – коэффициент дополнительной заработной платы

Расчет расходов на оплату труда ведется по следующей формуле:

$$Z_{полн} = Z_{осн} + Z_{доп} \quad (68)$$

Для руководителя $Z_{полн} = Z_{осн} + Z_{доп} = 14260 + 1711 = 15971$ руб.

Для инженера $Z_{полн} = Z_{осн} + Z_{доп} = 74750 + 8970 = 83720$ руб.

Отчисления во внебюджетные фонды

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется по формуле:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп}) \quad (69)$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды

($k_{внеб} = 30,2$) для учреждений осуществляющих образовательную деятельность)

$$\begin{aligned} \text{Для руководителя} \quad Z_{\text{ВНЕБ}} &= k_{\text{ВНЕБ}} \cdot (Z_{\text{ОСН}} + Z_{\text{ДОП}}) = \\ &= 0,302 \cdot (14260 + 1711) = 4823 \text{ руб.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Для инженера} \quad Z_{\text{ВНЕБ}} &= k_{\text{ВНЕБ}} \cdot (Z_{\text{ОСН}} + Z_{\text{ДОП}}) = \\ &= 0,302 \cdot (74750 + 8970) = 25283 \text{ руб.} \end{aligned}$$

Накладные расходы

В этом разделе проводится расчет накладных расходов, которые складываются из затрат по содержанию, эксплуатации и ремонту оборудования, производственного инструмента и инвентаря, обслуживанию зданий и сооружений, затрат на печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии и др. Величина коэффициента накладных расходов порядка 16% от суммы прочих расходов.

Величина накладных расходов определяется по формулой:

$$Z_{\text{НАКЛ}} = (Z_{\text{ПОЛН}} + Z_{\text{ВНЕБ}}) \cdot k_{\text{НР}} \quad (70)$$

где $k_{\text{НР}}$ коэффициент учитывающий накладные расходы.

$$\begin{aligned} \text{Для руководителя} \quad Z_{\text{НАКЛ}} &= (Z_{\text{ПОЛН}} + Z_{\text{ВНЕБ}}) \cdot k_{\text{НР}} = \\ &= (15971 + 4823) \cdot 0,16 = 3327 \text{ руб.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Для инженера} \quad Z_{\text{НАКЛ}} &= (Z_{\text{ПОЛН}} + Z_{\text{ВНЕБ}}) \cdot k_{\text{НР}} = \\ &= (83720 + 25283) \cdot 0,16 = 17440 \text{ руб.} \end{aligned}$$

Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Распределение бюджета затрат НИИ по статьям отображено в таблице

9.

Таблица 9 – Расчет бюджета затрат НИИ

№	Наименование статьи	Сумма, руб.
		Разработка
1	Затраты на специальное оборудование	32000
2	Затраты по основной заработной плате	89010
3	Затраты по дополнительной заработной плате	10681
4	Отчисления во внебюджетные фонды	30106
5	Накладные расходы	20767

6	Бюджет затрат НИИ	182564
---	-------------------	--------

Общий бюджет затрат НИИ составил 182564 руб.

4.4. Определение ресурсоэффективности проекта

Ресурсоэффективность научной разработки можно определить по формуле:

$$I_{pi} = \sum a_i b_i, \quad (71)$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности;

a_i – весовой коэффициент разработки;

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

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии	Весовой коэффициент параметра	Балльная оценка
1. Безопасность	0,1	5
2. Удобство в эксплуатации	0,2	5
3. Срок службы	0,15	5
4. Ремонтпригодность	0,15	5
5. Надёжность	0,15	4
6. Материалоемкость	0,25	4
Итого	1	28

Интегральный показатель ресурсоэффективности для исследуемой разработки:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i = 0,1 \cdot 5 + 0,2 \cdot 5 + 0,15 \cdot 5 + 0,15 \cdot 5 + 0,15 \cdot 4 + 0,25 \cdot 4 = 4,6.$$

Рассчитанная оценка ресурсоэффективности разработки является достаточно высокой (4,6), что говорит об эффективности реализуемой разработки с позиции ресурсной эффективности.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
4E41	Голыгину Андрею Юрьевичу

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

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения</p>	<p><i>Рабочее место расположено в насосном цеху нефтеперекачивающей станции.</i></p> <p><i>При проведении модернизации узлов насоса, а также текущего ремонта и обслуживания могут иметь место вредные и опасные проявления факторов производственной среды для человека.</i></p> <p><i>Возможно возникновение чрезвычайных ситуаций техногенного, экологического характера.</i></p>
---	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Производственная безопасность</p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – 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). <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты) 	<p><i>Вредные факторы:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - превышение уровня шума; - пары нефти; - превышение уровня вибрации. <p><i>Действие факторов на организм человека:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - ухудшение слуха; - влияние на нервную систему; - раздражение человека; - нарушение работы сердечно-сосудистой системы; - головные боли; - тошнота. <p><i>Средства коллективной защиты:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - шумопоглощающая изоляция; - звукоизолирующие кожухи; - активные средства виброзащиты. <p><i>Средства индивидуальной защиты:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - противошумные наушники; - противошумные вкладыши; - вибродемпфирующие перчатки; - рукавицы, нагрудники, - специальные костюмы. <p><i>Опасные факторы:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - быстродвижущиеся элементы; - электрический ток; - пожароопасность; - взрывоопасность. <p><i>Средства защиты:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - защитные экраны; - защитная одежда; - системы пожаротушения. <p><i>Первичные средства пожаротушения:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - огнетушитель;
---	---

	<p>- песок</p> <p>Источником возникновения пожара может стать разгерметизация, насосного оборудования, трубопровода или арматуры с последующей утечкой углеводородов в производственную зону. Нормативные документы, регулирующие пожарную безопасность на предприятии, осуществляющим строительные-монтажные работы являются: ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. «Пожарная безопасность. Общие требования», «СНиП 21-01-97.Пожарная безопасность зданий и сооружений» и СНиП П-2-80 «Противопожарные нормы проектирования зданий и сооружений».</p>
<p>2. Экологическая безопасность:</p> <ul style="list-style-type: none"> - защита селитебной зоны - анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); - анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); - анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); - разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	<p>Защита селитебной зоны:</p> <ul style="list-style-type: none"> - учет санитарно-защитной зоны при строительстве насосной станции. <p>Воздействие на атмосферу:</p> <ul style="list-style-type: none"> - продукты полного сгорания горючих компонентов топлива; - компоненты неполного сгорания топлива <p>Воздействие на гидросферу:</p> <ul style="list-style-type: none"> - утечка жидкостей. <p>Воздействие на литосферу:</p> <ul style="list-style-type: none"> - твердые бытовые отходы при техническом обслуживании и ремонте электронасосных агрегатов.
<p>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> - перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; - выбор наиболее типичной ЧС; - разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; - разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий. 	<p>Возможные ЧС на объекте:</p> <ul style="list-style-type: none"> - аварийная остановка при превышении рабочей температуры насоса; - аварийная остановка при превышении уровня вибрации; - нарушение рабочего режима маслосистемы; - пожар; - нарушение герметичности насоса; <p>Меры предосторожности:</p> <ul style="list-style-type: none"> - соблюдение правил пожарной безопасности; - действовать согласно инструкции по ЧС, предписанной данному предприятию
<p>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> - специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; - организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<p>Специальные правовые нормы трудового законодательства:</p> <ul style="list-style-type: none"> - условия труда; - охрана труда женщин и подростков; - применение средств индивидуальной защиты; - допуск к работе лиц не моложе 18 лет, прошедших медицинское освидетельствование в установленном порядке; - обучение безопасным приемам работы.

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Штейнле А.В.	к.м.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4Е41	Гольгин Андрей Юрьевич		

5. Социальная ответственность

Данная дипломная работа посвящена расчёту и проектированию центробежного насоса. В связи с этим данный раздел ВКР посвящен анализу возможных вредных и опасных факторов при эксплуатации и обслуживании центробежного насоса. В качестве персонала в данном разделе рассматривается слесарь-ремонтник.

Слесарь-ремонтник должен знать:

- устройство и принципы работы насоса;
- правила регулирования машин;
- способы устранения дефектов в процессе ремонта, сборки и испытания оборудования;
- устройство, назначение и правила применения используемых контрольно-измерительных инструментов;
- основные положения планово-предупредительного ремонта оборудования;
- конструктивные особенности ремонтируемого оборудования;
- технологический процесс ремонта, сборки и монтажа оборудования;
- способы определения преждевременного износа деталей;
- способы восстановления и упрочнения изношенных деталей и нанесения защитного покрытия;
- правила техники безопасности.

Эксплуатацию насоса необходимо осуществлять с соблюдением требований руководства завода-изготовителя.

Эксплуатирующая организация обязана:

1. Обеспечить правильное содержание, эксплуатацию, ремонт и безопасное обслуживание оборудования.
2. Организовать технический надзор во время эксплуатации.
3. Установить порядок обучения и допуска персонала, обслуживающего насосы.

4. Установить порядок проведения ревизии при обслуживании и ремонте насосов.

Рабочие места слесарей-ремонтников должны быть обеспечены руководством по эксплуатации, планами локализации аварийных ситуаций (ПЛАС) и схемами эвакуации людей, при этом параметры безопасной работы и установленные значения блокировок и сигнализацией вывешиваются на стендах.

Электронасосные агрегаты должны быть укомплектованы эксплуатационной документацией, разработанной в соответствии с требованиями ГОСТ 2.601-95 «ЕСКД. Эксплуатационные документы», в т. ч.:

1. Ведомостью эксплуатационных документов; руководством по эксплуатации, составленным с учетом требований действующих правил, инструкциями по рабочим местам и технике безопасности, инструкцией по монтажу, пуску и обкатке; паспортом; ведомостью спецификаций и спецификациями, в соответствии с ведомостью, а также ведомостью запасных частей и принадлежностей.

2. Схемой коммуникационных линий трубопроводов и размещения арматуры с указанием их назначения, проходных сечений, рабочих давлений, температур, направления движения среды, предельных значений параметров.

3. Паспортами на сосуды, работающие под давлением, согласно требованиям ПБ-10-115-96; трубопроводы, трубопроводную арматуру, согласно ПБ-03-108-96.

4. Актами осмотра, освидетельствования, испытаний на прочность, герметичность, приемо-сдаточными актами, сертификатами на ответственные детали, паспортами на смазочные масла и другой дополняющей технической документацией, прилагаемой к паспортам.

Целью данного раздела является рассмотрение оптимальных норм для улучшения условий труда, повышение производительности персонала,

обеспечение производственной безопасности, сохранение работоспособности, а также охрана окружающей среды.

5.1. Описание рабочей зоны

Рабочей зоной является непосредственно насосная нефтеперекачивающей станции. При работе на насосной станции согласно ГОСТ 12.0.003-74, на работника могут воздействовать опасные и вредные производственные

факторы:

- подвижные части производственного оборудования;
- острые кромки, заусенцы и шероховатости на поверхности оборудования;
- опасный уровень напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека;
- повышенный уровень шума на рабочем месте;
- повышенный уровень локальной вибрации;
- воздействие разлетающихся частей при возможном разрушении оборудования;
- повышенная запыленность воздуха рабочей зоны;
- недостаточная освещенность рабочей зоны;
- пожароопасность и взрывоопасность.

5.2. Производственная безопасность

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-2015)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Полевые работы: 1) Разгерметизация насоса; 2) Ремонтные и	1. Превышение уровней шума; 2. Превышение	1. Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного	СНиП 3.05.05-84; ГОСТ Р 51164-98 ; СНиП 11-4-79; ГОСТ 12.1.003-83 ; ГОСТ 12.1.004-91;

профилактические работы; 3) Дебаланс вала насоса или привода; 4) Нарушение целостности изоляции.	уровней вибрации; 3. Пары нефти.	оборудования; 2. Электрический ток; 3.Пожароопасность; 4. Взрывоопасность.	ГОСТ 12.01.005-88.
--	-------------------------------------	---	--------------------

5.3. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды

Производственный шум

Появление шума при проведении технического обслуживания насосов связано с работой эксплуатируемых агрегатов по перекачке нефти, а также их электродвигателей.

Воздействие шума может привести к сочетанию профессиональной тугоухости (неврит слухового нерва) с функциональными расстройствами центральной нервной, вегетативной, сердечно-сосудистой и других систем, которые могут рассматриваться как профессиональное заболевание – шумовая болезнь.

Работа по техническому обслуживанию насосов связана с постоянным нахождением в рабочей зоне, контролем за проведением выполняемых работ с соблюдением правил безопасности согласно нормативным документам. Нормативным документом, регламентирующим уровни шума для различных категорий рабочих мест служебных помещений, является ГОСТ 12.1.003-83«ССБТ. Шум. Общие требования безопасности», согласно которому уровень шума должен находиться в пределах 70-80 Дб при заданных условиях работ.

Таблица 11 - Предельно допустимые уровни шума

Рабочее место	Уровни звукового давления, дБ									По шкале
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	

Цех	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80
Щит управления	96	83	74	68	63	60	57	55	54	64

Методы борьбы с шумом:

- Уменьшение шума в источнике (замена ударных процессов на безударные, своевременный ремонт, замена металлических деталей на
- пластмассовые);
- Применение дистанционного управления шумными машинами;
- Применение средств индивидуальной защиты. (промышленные беруши, наушники).

Пары нефти

Химическим вредным фактором производственной среды может быть загрязнение воздуха рабочей зоны парами нефти ($\text{ПДК}_{\text{рз}} = 7000 \text{ мг/м}^3$) при недостаточной герметичности насосного оборудования и коммуникаций. Нефтяные пары относятся к веществам 4 класса опасности по ГН 2.2.5.1313-03 (Гигиенические нормативы).

Загрязнение рабочей зоны в процессе эксплуатации магистрального насоса происходит за счет технологически неизбежных выбросов нефти через торцевые уплотнения на опорных узлах насоса, согласно ГОСТ Р 53675-2009 не должна превышать $0,00025 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Защита органов зрения осуществляется с помощью различных предохранительных очков.

Защита органов дыхания обеспечивается применением вентиляционной системы в насосной, а также различного рода респираторов и противогазов.

Превышение уровня вибрации

В процессе выполнения технического обслуживания магистральных насосов постоянно задействованы эксплуатируемые в одном насосном зале нефтеперекачивающие агрегаты, создающие малые механические колебания,

называются вибрацией. Причиной возбуждения вибраций являются возникающие неуравновешенные силовые воздействия при работе насосов и электродвигателей.

При действии на организм общей вибрации страдает в первую очередь нервная система и анализаторы: вестибулярный, зрительный, тактильный.

Вибрация является специфическим раздражителем для вестибулярного анализатора, причем линейные ускорения – для отолитового аппарата, расположенного в мешочках преддверия, а угловые ускорения – для полукружных каналов внутреннего уха.

Требования по ограничению неблагоприятного воздействия вибрации определены в ГОСТ 12.1.012-2004 «ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования»

Гигиенические нормы вибрации представлены в таблице 12.

Вид вибрация	Среднеквадратичная частота, Гц									
	Логарифмический уровень виброскорости									
	1	2	4	8	16	31,5	63	125	250	500
Цех	-	103	100	101	106	112	118	-	-	-

Для защиты от вибрации широко используются вибропоглощающие и виброизолирующие материалы и конструкции.

В качестве индивидуальных средств защиты от шума в соответствии с ГОСТ 12.1.029-80 используют мягкие противозумные вкладыши, вставляемые в уши, тампоны из ультратонкого волокна или жесткие из эбонита или резины, эффективные при L=5-20 дБ.

Для защиты рук от воздействия локальной вибрации, согласно ГОСТ 12.4.002-74, применяют рукавицы или перчатки следующих видов: со специальными виброзащитными упруго-демпфирующими вкладышами, полностью изготовленные из виброзащитного материала (литьем, формованием и т.п.), а также виброзащитные прокладки или пластины, которые снабжены креплениями к руке (ГОСТ 12.4.046-78). Для защиты от

вибрации, передаваемой человеку через ноги, необходимо использовать обувь на толстой резиновой или войлочной подошве.

5.4. Анализ опасных факторов, выявленных на производстве

Быстродвижущиеся элементы;

Источниками механических опасностей являются движущиеся части агрегатов и механизированные устройства.

Согласно ГОСТ 12.2.009-80 опасной скоростью перемещения подвижных частей оборудования, способных травмировать ударом, является скорость более 0,15 м/с.

Движущиеся части оборудования представляют опасность травмирования рабочего в виде ушибов, порезов, переломов и др., которые могут привести к потере трудоспособности.

В соответствии с ГОСТ 12.2.003-74 «ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности» движущие части производственного оборудования, если они являются источником опасности, должны быть ограждены, за исключением частей, ограждение которых не допускается функциональным их назначением.

Одним из важных условий безопасного труда является недоступность подвижных частей оборудования, для рабочего, в ходе технологического процесса.

Для этого проводят следующие мероприятия:

1. Устанавливают защитные устройства (местные ограждения, крышки, кожуха и др.).

2. На наружной стороне ограждений наносят предупреждающий знак опасности по ГОСТ 12.4.026-76.

3. Устанавливают предохранительные и блокирующие устройства.

Электрический ток

При обслуживании агрегатов для перекачки нефти существует опасность поражения электрическим током.

Для защиты обслуживающего персонала от поражения электрическим током при пробое изоляции, защиты от опасного искрения, статического электричества и опасных воздействий молнии на НПС выполняется комплексное защитное устройство, состоящее из нулевых защитных проводников, уравнивающих проводников и заземляющих проводников, заземлителей согласно ГОСТ Р 50571.3-94. Около пусковой электроаппаратуры приводных насосов должны находится резиновый коврик, резиновые боты, резиновые перчатки.

5.5. Экологическая безопасность

Экологическая характеристика предприятия предполагает оценку прогрессивности технологии, полноту использования сырья и топлива, применяемые схемы очистки сточных вод и аэровыбросов, характеристику потоков отходящих потоков воды и газа, отчуждаемой территории, общую экономическую оценку ущерба, наносимого предприятием окружающей среде и детализацию этой оценки по видам продукции и технологическим переделам.

Таблица 13 - Воздействие предприятия транспорта нефти на окружающую среду

Объекты окружающей среды	Способы воздействия на окружающую среду со стороны предприятия	Способы предотвращения негативных воздействий на окружающую среду
Атмосфера	<ol style="list-style-type: none"> 1. Выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ и иных веществ 2. Сжигание природного топлива, в результате использования рабочей техники и как следствие выброс большого количества углекислого газа в атмосферу 3. Неполное удаление отходов производства, имеющих в своем составе вредные газы и примеси 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Замена источников энергии на безвредные, изменение технологии производства 2. Использование альтернативной техники, переход на полностью автоматизированное производство 3. Использование отстойников, замена сырья на экологически чистое
Гидросфера	<ol style="list-style-type: none"> 1. Сбросы загрязняющих веществ, иных веществ и микроорганизмов в 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Переход на безотходное производство, использование систем

	поверхностные водные объекты, подземные водные объекты и на водосборные площади	очистки коммуникационных сточных вод, применение фильтрующих колодцев
Литосфера	1. Загрязнение недр, почв 2. Размещение отходов производства и потребления 3. Изменение почвенного состава в результате возможного строительства (расширения предприятия)	1. Контроль за производственными операциями по удалению отходов производства, воспроизводство плодородного почвенного слоя, плановая уборка территорий предприятия. 2. Рациональное уничтожение или захоронение отходов производства

Предприятие оказывает воздействие на все компоненты окружающей среды - на атмосферу, территорию, поверхностные и подземные воды. На вышеперечисленные компоненты окружающей среды оказывают влияние:

- масса и виды выбрасываемых в атмосферу загрязняющих веществ;
- количество сбрасываемых сточных вод, их состав, степень очистки, условия сброса в водные объекты и параметры разбавления сточных вод;
- степень загрязнения поверхности земель;
- наименование и количество отходов, способы их удаления, складирования или утилизации.
- В процессе эксплуатации любой объект потребляет определенное количество чистой воды, а также сбрасывает очищенные или неочищенные сточные воды в окружающую среду, что приводит к загрязнению поверхностных вод. В общем случае, источниками загрязнения поверхностных и подземных вод являются неочищенные или недостаточно очищенные производственные и бытовые сточные воды; поверхностный сток с промплощадок.

- При эксплуатации промышленных объектов особую актуальность приобретают вопросы удаления и складирования, а в дальнейшем утилизации и захоронения отходов производства. Промышленные отходы требуют для складирования не только значительных площадей, но и загрязняют вредными веществами, пылью, газообразными выделениями атмосферу, территорию, поверхностные и подземные воды.

5.6. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Пожароопасность

Источником возникновения пожара, как правило, является загазованность насосных залов, маслосистем, появление постороннего шума в работающем агрегате, перегрев подшипников, разгерметизация торцевого уплотнения и его перегрев, попадание посторонних предметов в насосный агрегат, разгерметизация трубопроводов на всасе и выкиде, возгорание ремонтных и огневых работ в нефтенасосных, возгорание силового кабеля/кабелей оперативных цепей.

К профилактическим мероприятиям по предотвращению возникновения пожара могут быть отнесены:

- проверка систем вентиляции нефтенасосных;
- проведение своевременного текущего обслуживания
- нефтеперекачивающих агрегатов;
- Сварочные агрегаты и слесарские электроинструменты,
- задействованные в производстве работ, должны оснащаться не менее чем двумя огнетушителями ОУ-10, ОП-10;
- на рабочих местах должны быть вывешены предупредительные надписи: “Не курить”, “Огнеопасно”, “Взрывоопасно”;
- горючие отходы, мусор и т. д. следует собирать на специально выделенных площадках в контейнеры или ящики, а затем вывозить;
- проверка автоматической системы пожаротушения насосной.

К первичным средствам пожаротушения, которые должны присутствовать на месте проведения работ, относятся:

- асбестовое полотно;
- огнетушители порошковые или углекислотные;
- лопаты;
- ведра;
- топор, лом.

Нормативные документы, регулирующие пожарную безопасность на предприятии, осуществляющем строительные-монтажные работы, являются: ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. «Пожарная безопасность. Общие требования», «СНиП 21-01-97. Пожарная безопасность зданий и сооружений» и СНиП П-2-80 «Противопожарные нормы проектирования зданий и сооружений»

Взрывоопасность

Взрывы происходят по разным причинам, чаще всего из-за загазованности рабочей зоны и пренебрежения техники безопасности.

При взрыве на предприятии возможны повреждения внутренних органов, разрыв кровеносных сосудов, барабанных перепонок, сотрясение мозга, переломы и травмы. Кроме того, ударная волна может отбросить человека на значительное расстояние и причинить ему при ударе о землю (или препятствие) различные повреждения.

Меры по предупреждению возникновения пожара и взрыва на предприятии и способы повышения устойчивости объекта к данной чрезвычайной ситуации;

1. Применение оборудования на предприятии, рассчитанного на давление взрыва
2. Применение огнепреградителей, инертных или паровых завес;
3. Чтобы исключить взрыв пылевоздушных смесей не допускать значительное скопление пыли на предприятии благодаря правильному расчету и монтажу вентиляционных установок.
4. Использование систем для вывода из предаварийного состояния потенциально опасных технологических процессов при нарушении регламентных параметров (температуры, давления, состава, скорости);

5. Использование специальной сигнализации и оповещения об аварийных ситуациях производственного процесса

6. Соблюдение правил техники безопасности на пожаро-взрывоопасных производствах.

Нормативным документом, регламентирующим безопасность при взрыве на предприятии, является ГОСТ 12.1.010-76 ССБТ. Взрывобезопасность. Общие требования.

Для того чтобы обеспечить безопасность от пожаров и взрывов на предприятии сотрудникам предприятия необходимо использовать средства индивидуальной защиты (противогазы, респираторы) так же они обязаны регулярно проходить инструктаж и быть ознакомлены с техникой пожарной безопасности на предприятии.

5.7. Правовые и организационные вопросы безопасности

Способ работы на предприятии транспорта нефти – работа по смене.

Возраст сотрудников составляет от 18 до 55 лет. Продолжительность работы персонала в одну смену составляет 8 часов. Способ оплаты труда- по часовым тарифным ставкам. Классификация условий труда ко 2 классу (допустимые условия труда). То есть условия труда, при которых на работника воздействуют вредные и опасные производственные факторы, уровни воздействия которых не превышают уровни, установленные нормативами (гигиеническими нормативами) условий труда, а измененное функциональное состояние организма работника восстанавливается во время регламентированного отдыха или к началу следующего рабочего дня (смены).

Каждый работник предприятия должен быть обеспечен средствами индивидуальной защиты: спецодежда, защитные очки, защитная маска и перчатки. Сотрудники предприятия обязаны проходить плановый инструктаж по технике безопасности на предприятии и быть ознакомлены с нормативно- трудовой базой, а также нормативными документами,

регулирующими деятельность данного предприятия. Работники предприятия обязаны иметь квалификацию, соответствующую виду выполняемых работ.

Заключение

В результате выполнения ВКР был выполнен расчет геометрических и кинематических параметров рабочего колеса, произведен расчет спирального отвода, найдены осевая сила, действующая на ротор и радиальная сила, которая действует на колесо при различных значениях подачи центробежного насоса. Спроектировано меридианное сечение рабочего колеса насоса, и спроектировано само рабочее колесо, по полученным результатам расчетов. Выполнен прочностной расчет соединения вала с рабочим колесом. В качестве привода насоса выбран синхронный двигатель СТД, мощностью 2500 кВт и частотой 3000 об/мин.

В теоретической части дипломной работы были рассмотрены классификация и принцип действия различных насосов, приведена классификация рабочих колес и требования, предъявляемые для насосов нефтяной промышленности.

В разделе экономики был выполнен SWOT – анализ проекта, также выявлены его слабые и сильные стороны, выполнен расчет бюджета затрат.

В главе социальная ответственность были выявлены, как вредные, так и опасные факторы. Произведен анализ способов борьбы с ними, рассмотрено потенциальное воздействие на окружающую среду: гидросферу, литосферу и атмосферу.

Список использованных источников

1. Ломакин А.А. Центробежные и осевые насосы. – Л.: Машиностроение, 1966. – 366 с.
2. Карелин В.Я., Минаев А.В. Насосы и насосные станции: Учеб. Для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.:Стройиздат, 1986. – 320 с.
3. Корнюшенко С.И. СТТ: строительная техника и технологии. Пластинчатые насосы. – М.: ООО «Издательский дом СТТ», 2016. №5 – 68-69 с.
4. Оборудование для транспортировки жидких нефтепродуктов и газов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://studopedia.info/9-20304.html> (дата обращения 20.04.2018).
5. Абдурашитов С.А., Тупиченков А.А. и др. Насосы и компрессоры. – М.: Недра, 1974. – 296 с.
6. Будов В.М. Судовые насосы: Справочник. – Л.: Судостроение, 1988. – 430 с.
7. Лепешкин А.В., Михайлин А.А. и др. Гидравлика и гидропневмопривод: Учебник. Ч. 2. Гидравлические машины и гидропневмопривод. – М.: МГИУ, 2003. – 352 с.
8. Шеина А.Е. Удаление продуктов коррозии с чугунных рабочих колес центробежных насосов с помощью ультразвука: дис. ... канд. техн. наук / ФГБОУ ВО Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ). Москва, 2017. – 171 с.
9. Чудаков Е.А. Машиностроение. Энциклопедический справочник в 15 томах. Том 12. – М.: Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, 1948. – 745 с.
10. Петров А.И. Создание центробежного насоса сверхнизкой быстроходности для систем термостабилизации, работающих в экстремальных условиях : дис. ... канд. техн. наук / Москва, 2005. – 166 с.
11. Ржебаева Н.К., Ржебаев Э.Е. Расчет и конструирование центробежных насосов. Учебное пособие. – Сумы: Изд. СумГУ, 2009. – 220 с.

12. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. Том 1 – М.: Машиностроение, 2006. – 928 с.
13. Будов В.М. Насосы АЭС. – М.: Энергоатомиздат, 1986. — 408 с.
14. Айзенштейн М.Д. Центробежные насосы для нефтяной промышленности. – М.: Гостоптехиздат, 1957. — 363 с.
15. Михайлов А.К., Малюшенко В.В. Конструкции и расчет центробежных насосов высокого давления. – М.: Машиностроение, 1971. — 304 с.
16. Крец В.Г., Шадрин А.В., Антропова Н.А. Сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ. Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2012. – 386 с.
17. Чернавский С.А. и др. Курсовое проектирование деталей машин. – М.: Машиностроение, 1988. — 416 с.
18. Воронин Б.В., Вержанский П.М. и др. Прикладная механика. Шпоночные, шлицевые и штифтовые соединения деталей. Методические указания для студентов. – М.: Изд. МИСиС, 2014. – 33 с.
19. Шаломов В.И. Гидравлический расчет рабочего колеса центробежного насоса: методические указания к расчетно-графической работе по курсу «Тепломеханическое и вспомогательное оборудование тепловых электростанций». – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВПО «КНАГТУ», 2015. – 16 с.
20. Башта Т.М., Руднев С.С., Некрасов Б.Б. и др. Гидравлика, гидромашин и гидроприводы. – М.: Машиностроение, 1982.– 423 с.