

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИФедеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Национальный исследовательский Томский политехнический университет»

Инженерная школа	Природных ресурсов
Отделение	Нефтегазовое дело
Направление	21.03.01 Нефтегазовое дело
Профиль	Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Модернизация привода задвижки

УДК 621.67-83-027.45

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б6Е	Винокуров Михаил Алексеевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Саруев Лев Алексеевич	д.т.н.		

Консультант

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

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Якимова Татьяна Борисовна	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Черемискина Мария Сергеевна			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Манабаяев Кайрат Камитович	к.ф – м.н.		

Томск – 2020

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
В соответствии с универсальными, общепрофессиональными и профессиональными компетенциями		
Общие по направлению подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»		
P1	Применять базовые естественнонаучные, социально-экономические, правовые и специальные знания в области нефтегазового дела, самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, УК-2, УК-6, УК-7, ОПК-1, ОПК-2), (ЕАС-4.2, АВЕТ-3А, АВЕТ-3i).
P2	Решать профессиональные инженерные задачи на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-2, УК-3, УК-4, УК-5, УК-8, ОПК-2, ОПК-6, ОПК-7).
в области производственно-технологической деятельности		
P3	Применять процессный подход в практической деятельности, сочетать теорию и практику при эксплуатации и обслуживании технологического оборудования нефтегазовых объектов	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, УК-2, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПК-9, ПК-10, ПК-11).
P4	Оценивать риски и определять меры по обеспечению безопасности технологических процессов в практической деятельности и применять принципы рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды в нефтегазовом производстве	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-8, ОПК-6, ПК-12, ПК-13, ПК-14, ПК-15).
в области организационно-управленческой деятельности		
P5	Эффективно работать индивидуально и в коллективе по междисциплинарной тематике, организовывать работу первичных производственных подразделений, используя принципы менеджмента и управления персоналом и обеспечивая корпоративные интересы	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-3, УК-8, ОПК-3, ОПК-7, ПК-16, ПК-17, ПК-18), (ЕАС-4.2-h), (АВЕТ-3d).
P6	Участвовать в разработке организационно-технической документации и выполнять задания в области сертификации нефтегазового промышленного оборудования	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-2, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-7, ПК-19, ПК-20, ПК-21, ПК-22).
в области экспериментально-исследовательской деятельности		
P7	Получать, систематизировать необходимые данные и проводить эксперименты с использованием современных методов моделирования и компьютерных технологий для решения расчетно-аналитических задач в области нефтегазового дела	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, УК-2, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ПК-23, ПК-24, ПК-25, ПК-26).
в области проектной деятельности		
P8	Использовать стандартные программные средства для составления проектной и рабочей и технологической документации объектов бурения нефтяных и газовых скважин, добычи, сбора, подготовки, транспорта и хранения углеводородов	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-2, ОПК-3, ОПК-5, ОПК-6, ПК-27, ПК-28, ПК-29, ПК-30), (АВЕТ-3с), (ЕАС-4.2-e).

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
Модуль специализации «Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов»		
Р9	Планировать и организовывать работу по проведению планово-предупредительных ремонтов установок, технического обслуживания и ремонта оборудования.	ОПК-5, ОПК-6, ПК-3, ПК-7, ПК-9, ПК-11, ПК-13, ПК-14, ПК-21, требования профессионального стандарта 19.003 "Специалист по ремонту и обслуживанию нефтезаводского оборудования", 19.029 «Специалист по эксплуатации газораспределительных станций», 19.0015 «Специалист по эксплуатации оборудования подземных хранилищ газа»
Р10	Планировать внедрение новой техники и передовых технологий, разрабатывать и реализовывать программы модернизации и технического перевооружения предприятия.	ОПК-1, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ПК-10, ПК-12, ПК-17, ПК-21, ПК-23, требования профессионального стандарта 19.003 "Специалист по ремонту и обслуживанию нефтезаводского оборудования", 19.029 «Специалист по эксплуатации газораспределительных станций», 19.0015 «Специалист по эксплуатации оборудования подземных хранилищ газа»
Р11	Организовывать проведение проверок технического состояния и экспертизы промышленной безопасности, проводить оценку эксплуатационной надежности технологического оборудования.	ОПК-1, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ПК-9, ПК-10, ПК-17, ПК-30, требования профессионального стандарта 19.003 "Специалист по ремонту и обслуживанию нефтезаводского оборудования", 19.029 «Специалист по эксплуатации газораспределительных станций», 19.0015 «Специалист по эксплуатации оборудования подземных хранилищ газа»

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

Инженерная школа Природных ресурсов
Отделение Нефтегазовое дело
Направление 21.03.01 Нефтегазовое дело
Профиль Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
2Б6Е	Винокуров Михаил Алексеевич

Тема работы:

Модернизация привода задвижки	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	59-103/с от 28.02.2020

Срок сдачи студентом выполненной работы:	22.06.2020
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Тексты и графические материалы отчетов и исследовательских работ, фондовая и научная литература, нормативные документы. Задвижка с исходными данными: $D_y=90\text{мм}$; $P_y=15\text{кГ/см}^2$; $\phi=6^\circ$; $D_1=110\text{мм}$; $D_2=105\text{мм}$
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	<ol style="list-style-type: none">1. Аналитический обзор литературных источников о задвижках, электропривода и планетарной передаче.2. Расчет и конструирование электропривода с ручным дублиром на основе планетарной передачи.3. Финансовый менеджмент.4. Социальная ответственность.

Раздел	Консультант
Объекты исследования	Старший преподаватель Беляев Дмитрий Владимирович
Расчетная часть	Старший преподаватель Беляев Дмитрий Владимирович
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Доцент, к.э.н., Якимова Татьяна Борисовна
«Социальная ответственность»	Ассистент, Черемискина Мария Сергеевна

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	29.02.2020
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Саруев Лев Алексеевич	д.т.н.		29.02.2020
Старший преподаватель	Беляев Дмитрий Владимирович			29.02.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б6Е	Винокуров Михаил Алексеевич		29.02.2020

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа 2Б6Е	ФИО Винокуров Михаил Алексеевич
----------------	------------------------------------

Школа	ИШПР	Отделение школы (НОЦ)	21.03.01. Нефтегазовое дело
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Машины и оборудования нефтяных и газовых промыслов

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

1. <i>Стоимость ресурсов исследования: материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Стоимость выполняемых работ, материальных ресурсов, согласно применяемой техники и технологии, в соответствии с рыночными ценами
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Норма рентабельности 20%
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Налог на прибыль 20% Страховые взносы 30%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения исследования с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	Анализ потенциальных потребителей, проведение SWOT – анализа. Техничко-экономическое обоснование целесообразности внедрения новой техники или технологии выполнения работ
2. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	Расчет экономической эффективности от внедрения техники и/или технологии

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Карта сегментирования рынка
2. Матрица SWOT

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Якимова Т.Б.	к.э.н.		29.02.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б6Е	Винокуров Михаил Алексеевич		29.02.2020

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
2Б6Е	Винокурову Михаилу Алексеевичу

Школа	Инженерная школа природных ресурсов	Отделение (НОЦ)	Отделение нефтегазового дела
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	21.03.01 «Нефтегазовое дело»

Тема ВКР:

Повышение надежности работы ЦН за счет усовершенствования привода	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования	Объект исследования: задвижки, промышленные трубопроводы, кустовая площадка. Область применения: Добыча нефти.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p>1. 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> <ol style="list-style-type: none"> 1. ТК РФ: глава 50 «Особенности регулирования труда лиц, работающих в районах крайнего севера и приравненных к ним местностям» [Error! Reference source not found.] 2. ТК РФ: глава 47 «Особенности регулирования труда лиц, работающих вахтовым методом» [Error! Reference source not found.] <p>Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. СП 366.1325800.2017 Промысловые трубопроводы [15] 2. ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ «Оборудование производственное. Общие требования безопасности» [7] 3. ГОСТ 12.1.038-81 ССБТ «Электробезопасность» [8]
<p>2. Производственная безопасность:</p> <p>2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов</p> <p>2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия</p>	<p><u>Анализ выявленных вредных факторов:</u> <u>климатические условия:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Климатические условия; 2. Повышенный уровень шума; 3. Повышенный уровень вибрации. <p><u>Анализ выявленных опасных факторов:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Механические опасности; 2. Поражение электрическим током; 3. Взрывоопасность и пожароопасность.

3. Экологическая безопасность:	<p>Атмосфера: постоянные и залповые выбросы загрязняющих веществ. Гидросфера: загрязнение поверхностных вод. Литосфера: деградация почв.</p>
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<p>Возможные ЧС:</p> <ul style="list-style-type: none"> • аварии в результате ГНВП на кустовой площадке добывающих скважин; • аварии в результате разгерметизации оборудования, нефтесборных трубопроводов, выкидных линий; • аварии в результате выхода из строя автоматизированного оборудования, в связи с повреждением кабеля линии электропередач; • аварии в результате ошибки персонала. <p>Наиболее типичная ЧС техногенного характера на объекте - розлив нефтепродуктов.</p>

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Черемискина Мария Сергеевна			29.02.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б6Е	Винокуров Михаил Алексеевич		29.02.2020

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ, НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

Определения

В настоящей работе применимы следующие термины с соответствующими определениями:

Задвижка - трубопроводная арматура, в которой запирающий или регулирующий элемент перемещается перпендикулярно оси потока рабочей среды.

Трубопровод – инженерное сооружение, предназначенное для транспортировки газообразных и жидких веществ, пылевидных и разжиженных масс, а также твёрдого топлива и иных твёрдых веществ в виде раствора под воздействием разницы давлений в поперечных сечениях трубы.

Магистральный трубопровод - трубопроводы и отводы от них диаметром до 1420 мм включительно с избыточным давлением среды свыше 1,18 МПа (12 кгс/см²) до 15 МПа (153 кгс/см²), предназначенные для транспортирования углеводородов от места производства к месту потребления

Промысловый нефтепровод — единая система трубопроводов, используемая для транспортировки продукта добычи от скважины к центральному пункту сбора нефти (ЦСП).

Электродвигатель - электромеханический преобразователь, в которой электрическая энергия преобразуется в механическую.

Напор насоса – приращение механической энергии жидкости, которая проходит через насос.

Коэффициент полезного действия насоса – отношение полезной мощности насоса к потребляемой.

Обозначения и сокращения

В работе были использованы обозначения и сокращения:

ЦСП – пункт сбора нефти;

ПЛА – план ликвидации аварии;

ГНВП – газонефтеводопроявление;

НПС – нефтеперекачивающая станция;
УЭЦН – установка электроприводного центробежного насоса;
КПД – коэффициент полезного действия;
ПК – персональный компьютер;
ЧС – чрезвычайная ситуация;
ПДК – предельно допустимая концентрация;

Нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты и руководящие документы:

1. ГОСТ 12.1.003-83 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности (с Изменением N1).
2. ГОСТ 12.1.012-90 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вибрационная безопасность. Общие требования.
3. ГОСТ 12.2.003-91 «ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности».
4. ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ «Электробезопасность».
5. ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
6. ГОСТ 12.1.019-2017 Система стандартов безопасности труда (ССБТ).
7. ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ. «Средства защиты работающих. Общие требования и классификация».

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа состоит из 62 страниц, в том числе из 11 рисунков и 8 таблиц. Список литературы включает 22 источника.

Ключевые слова: задвижка, привод, ручной дублер, планетарная передача.

Объектом исследования является привод ручного дублера.

Цель работы: повышения КПД привода задвижки.

В процессе работы были подробно рассмотрены запорные арматуры, соответствующие им приводы и механические передачи.

Результаты работы: предложена схема привода ручного дублера с планетарной передачей, выполнен расчет планетарной передачи.

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	13
1. ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	15
1.1. Задвижки	15
1.2. Электроприводы	22
1.3. Планетарная передача	25
2. РАСЧЁТНАЯ ЧАСТЬ	27
2.1. Расчёт задвижки	27
2.1.1. Определение максимально возможного момента на маховом колесе при закрывании.	27
2.1.2. Определение максимально возможного момента на маховом колесе при открывании.	29
2.2 Расчёт планетарного редуктора	30
3. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ И РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ	38
3.1. Потенциальные потребители результатов исследования.....	38
3.2. SWOT-анализ.....	39
3.3. Расчет экономической эффективности от увеличения добычи нефти	40
4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	45
4.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	46
4.2. Производственная безопасность	50
4.3. Экологическая безопасность	55
4.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	57
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	59
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	60

ВВЕДЕНИЕ

Задвижкой является запорная или регулирующая трубопроводная арматура, отличительной частью которой является, что в ней регулирующей или запирающий элемент перемещается перпендикулярно оси трубопровода. Для задвижек в качестве привода самым популярным вариантом является электропривод в виду таких преимуществ как конструкция довольно проста и надежна, а также благодаря такому фактору, что в нынешнее время все промышленные зоны оснащены электрической энергией. Одним из главных и серьезных недостатков задвижек при работе с электроприводом, является отказ работы при отсутствии электрического питания. Следствием этого минуса при эксплуатации являются очень серьезные проблемы для всего производства. Решением данной проблемы является ручной дублер, который позволяет при отказе автоматической работы задвижки перейти в ручной режим.

Под ручным дублером подразумевается устройство, которое позволяет перейти на ручное управление арматуры с приводом тогда, когда привод не в состоянии функционировать по тем или иным причинам. В качестве привода ручного дублера используется червячная передача, которая имеет низкий КПД. Для увеличения КПД можно использовать планетарную передачу.

Тема является актуальной так как в подавляющем большинстве в приводах задвижек используются червячные передачи, которые обладают низким КПД (в среднем 0,6). В свою очередь среднее значение КПД планетарной передачи 0,85, что является довольно высоким значением. Основным фактором, почему все же не используются планетарные передачи, является сложность совместимости с зацеплением, что повышает риски получения травм при кручении маховика задвижки. Поэтому техническое решения позволяющее совместить планетарную передачи и механизм зацепления является актуальным вопросом на сегодняшний день.

Целью бакалаврской работы «Модернизация привода задвижки» является повышение КПД привода задвижки.

Согласно цели, в работе рассмотрены следующие задачи:

- предложить техническое решение, позволяющее увеличить КПД;
- спроектировать схему электропривода с ручными дублером, имеющее это техническое решение;
- рассчитать планетарную передачу.

1 ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

1.1 Задвижки

Задвижкой является запорная или регулирующая трубопроводная арматура, отличительной частью которой является, что в ней регулирующий или запирающий элемент перемещается перпендикулярно оси трубопровода.

Запор или регулировка потока происходит благодаря поступательно-вращательному движению шпинделя, за счет которого происходит перемещение клина вверх и вниз. [1]

В отличие от кранов и затворов, которые открываются при повороте шпинделя на 90°, задвижки являются многооборотной арматурой. Плавное постепенное перекрытие потока обеспечивает отсутствие резких перепадов давления, а плавное открытие препятствует возникновению гидроудара.

Задвижки очень востребованы по ряду их преимуществ таких как:

- конструкция довольно проста;
- имеет довольно маленькое гидравлическое сопротивление;
- возможность пропускать рабочий поток в любом направлении;
- высокая герметичность;
- долговечность;
- благоприятная ремонтоспособность;
- простота эксплуатации.

Классификация

В основном задвижки делятся по таким критериям как:

1. конструкция запорного органа задвижки
2. тип шпинделя
3. тип присоединения к трубопроводу
4. привод

Конструкция запорного органа задвижки

По первому критерию задвижки бывают клиновые и параллельные

Клиновой задвижкой является задвижка, у которых затвор в виде клина.

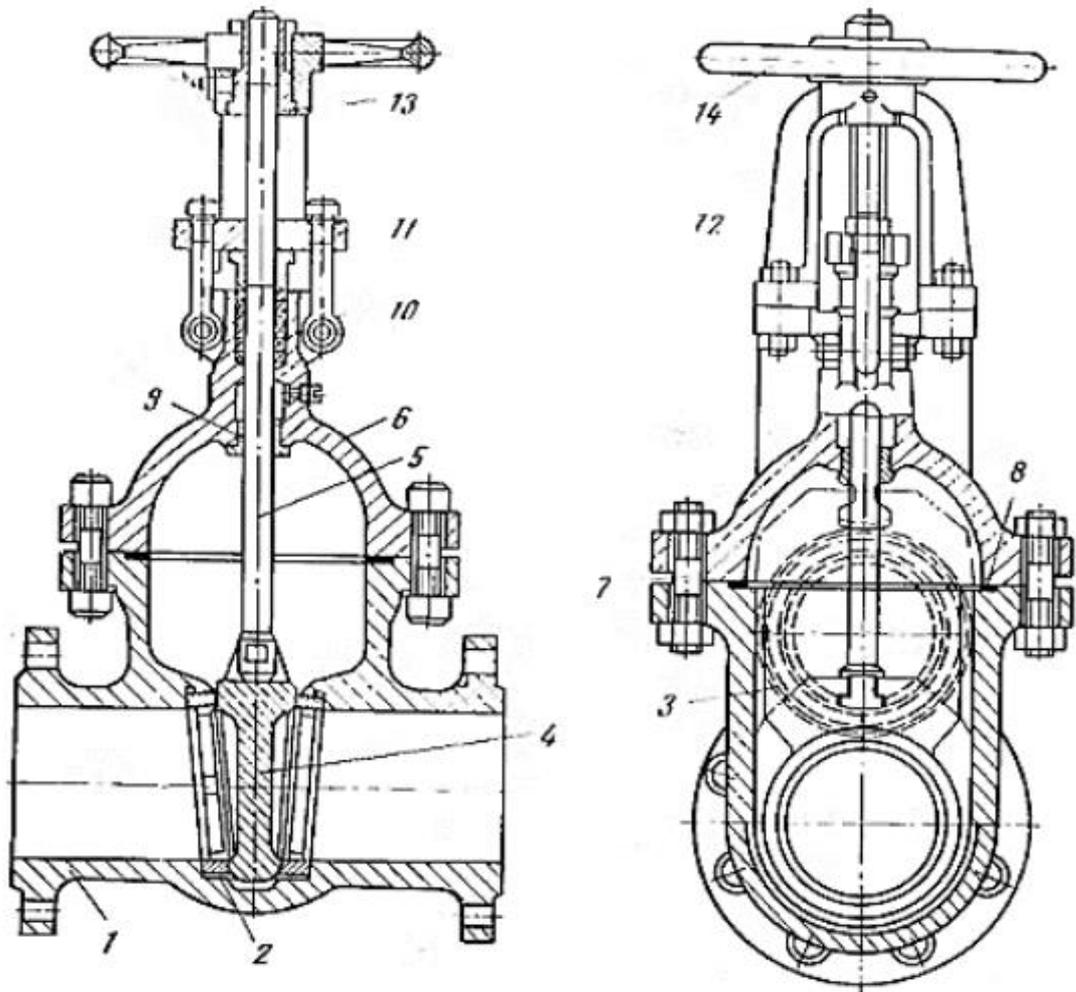


Рисунок 1 – Клиновая задвижка

1 - корпус задвижки; 2 – седло затвора; 3 – направляющие клина; 4 – клин;
 5 – шток (шпindelь); 6 – крышка; 7 – крепежное устройство; 8 – прокладка
 уплотняющая; 9 – втулка направляющая; 10 – сальниковое уплотнение;
 11 – фланец нажимной; 12 – бугель; 13 – гайка шпинделя; 14 – штурвал.

Основными плюсами клиновых задвижек являются:

- повышенная герметичность проходного отверстия в закрытом состоянии;
- относительно небольшое усилие, необходимое для обеспечения уплотнения.

К минусам можно отнести:

- повышенный износ уплотняющего узла для получения герметичного перекрытия прохода задвижки;

- затвор не перемещается без направляющих;
- необходимость изготавливать уплотнения с высокой точностью.

Конструктивные исполнения клиновых задвижек:

- с упругим клином;
- с цельным клином;
- с составным клином;

Вне зависимости от конструктивных исполнений, клинья покрывают высоколегированной сталью, из-за чего возможно заменять сальниковую набивку, не прерывая работы.

Параллельные задвижки

В параллельных задвижках уплотнительные поверхности затворов не под углом как в клиновых, а параллельны друг другу. Затвор в параллельных задвижках обычно называют «диском» или «шибером».

Основными плюсами параллельных задвижек являются:

- легкость сборки и ремонта;
- простота изготовления затвора;
- отсутствие заедания затвора в полностью закрытом положении.

Минусы:

- значительный износ уплотнительных поверхностей.
- большой расход энергии на закрывание и открывание;

Конструктивные исполнения запирающего элемента:

- двухдисковая задвижка.
- однодисковая задвижка.

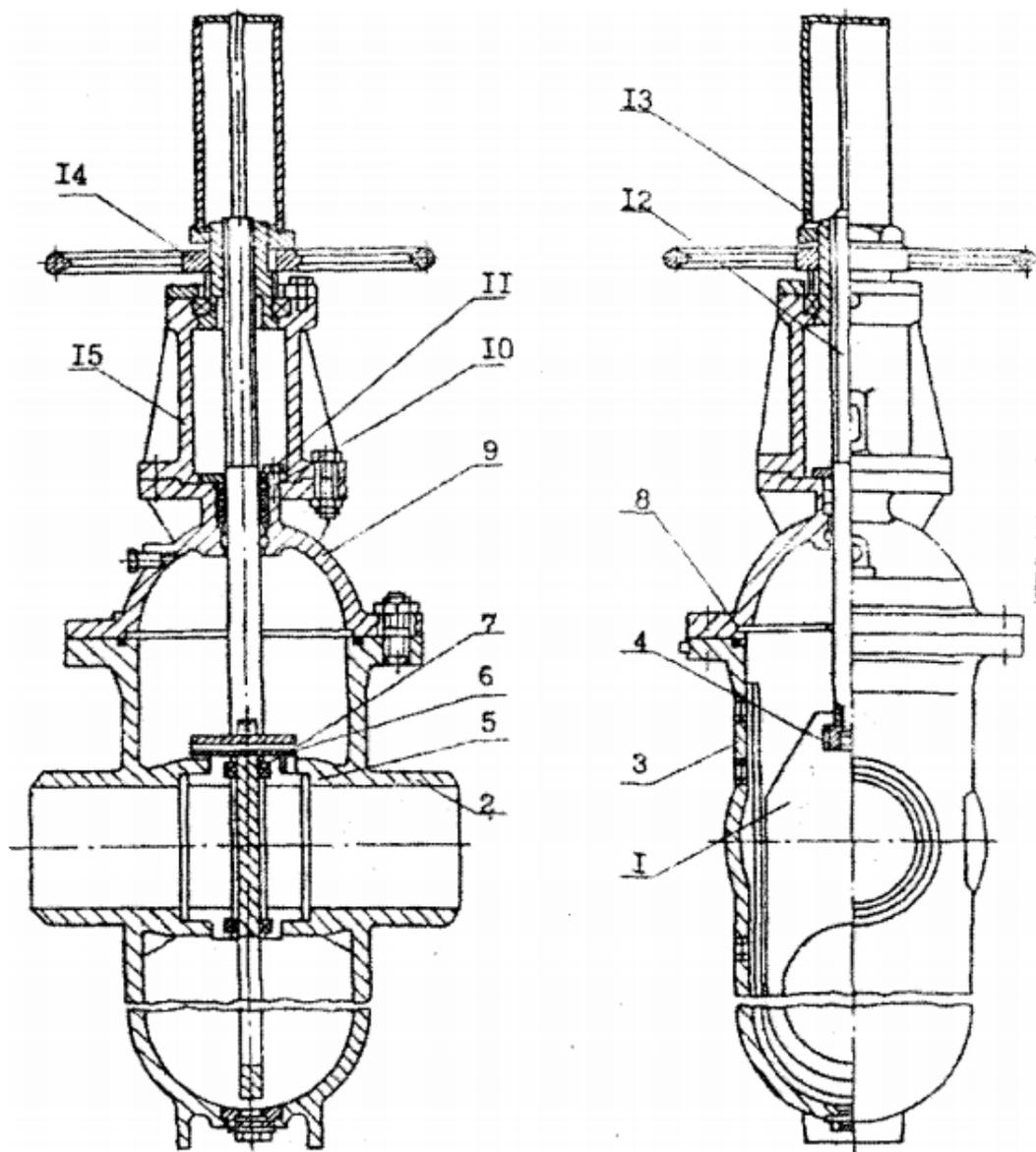


Рисунок 2 – Параллельная задвижка

1 - шибер; 2 - патрубок; 3 - корпус; 4 - узел крепления шпинделя и шибера; 5 - седло; 6 - шпилька; 7 - уплотнительное кольцо; 8 - прокладка; 9 - верхняя крышка; 10 - набивка сальника; 11 - нажимная планка; 12 - шпиндель; 13 - кожух; 14 - элемент привода; 15 - стойка.

Тип шпинделя

Задвижки имеют различия по направлению движения шпинделя. По этому различию они делятся на:

- задвижки с вращающимся невыдвижным шпинделем;
- задвижки с выдвижным шпинделем.

В задвижках, в которых шпindel выдвигается при перемещении затвора, шпindel выдвигаясь из корпуса осуществляет либо поступательное, либо поступательно-винтовое движение. Как правило, конструкции с выдвигным шпинделем отличаются достаточно большими габаритными размерами, что и является основным недостатком задвижки с таким типом шпинделя. Стоит отметить такие минусы как:

- необходимость защищать от загрязнений и коррозии выступающую резьбовую часть шпинделя;
- предохранение шпинделя от механических повреждений или ударов, которые могут разрушить резьбу.
- при монтаже над арматурой приходится обращать во внимание свободное пространство при установке на одном из пересекающихся трубопроводов.

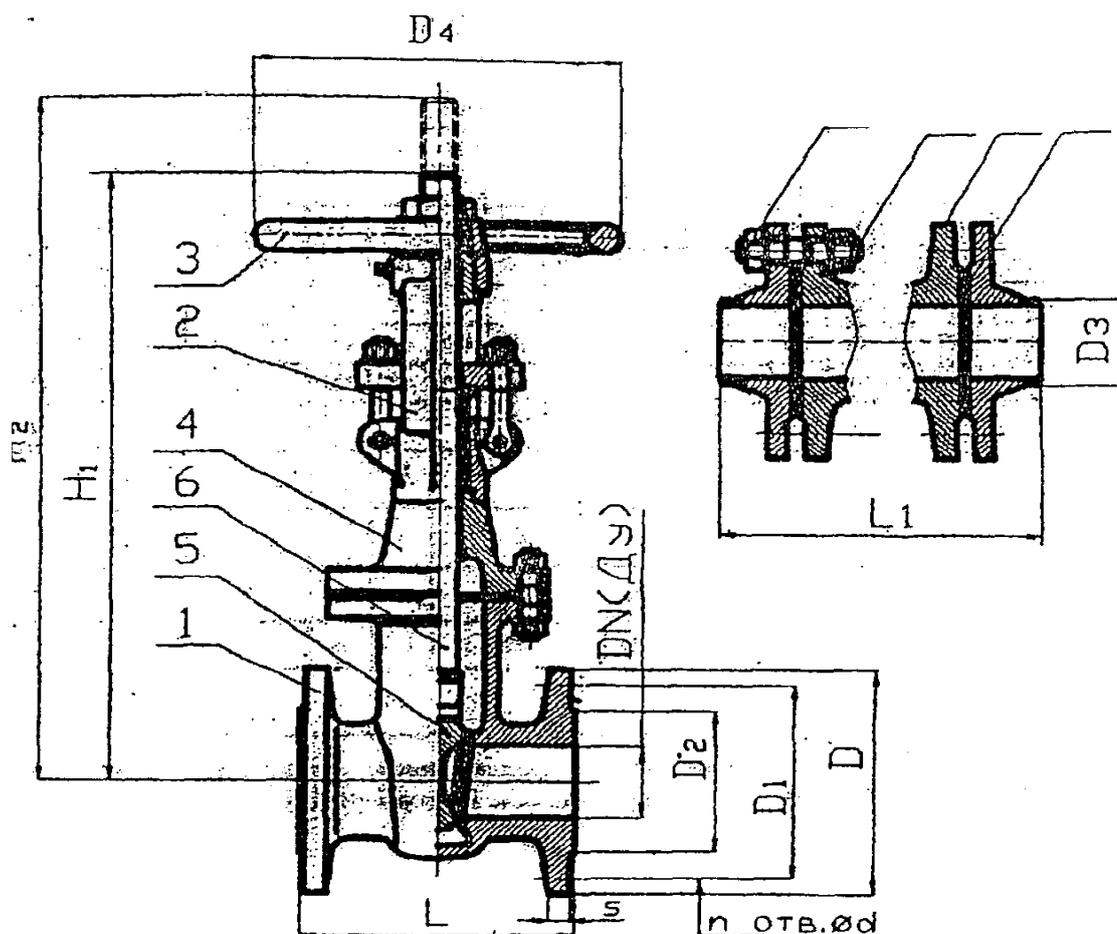
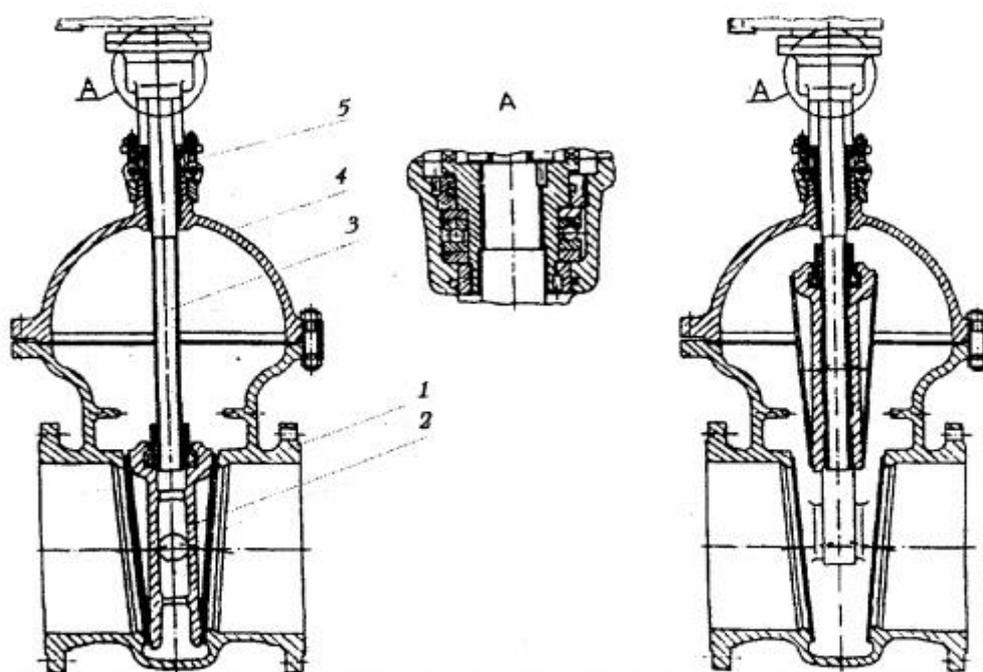


Рисунок 3 – Задвижка с выдвигным шпинделем

Конструкции с неподвижным вращаемым шпинделем в отличие от рассмотренной ранее конструкции меньше по своим размерам и применяются в основном в потоках, не вызывающих коррозию. При закрытии затвора в них шпиндель из корпуса не выдвигается.

Основные минусы конструкции с таким типом шпинделя:

- рабочая среда воздействует непосредственно на резьбу
- происходит ухудшение работоспособности сальника;
- труднодоступность при ремонте и осмотре винтовой пары.



Положение «закрыто»

Положение «открыто»

Рисунок 4 – Задвижка с неподвижным шпинделем в двух положениях

Тип присоединения к трубопроводу

По типу присоединения к трубопроводу задвижки делятся на фланцевые и ввариваемые (сварные).

Фланцевый тип задвижки присоединяется к трубопроводу при помощи болтов. Данный тип присоединения позволяет облегчить ремонт и демонтаж при поломке.

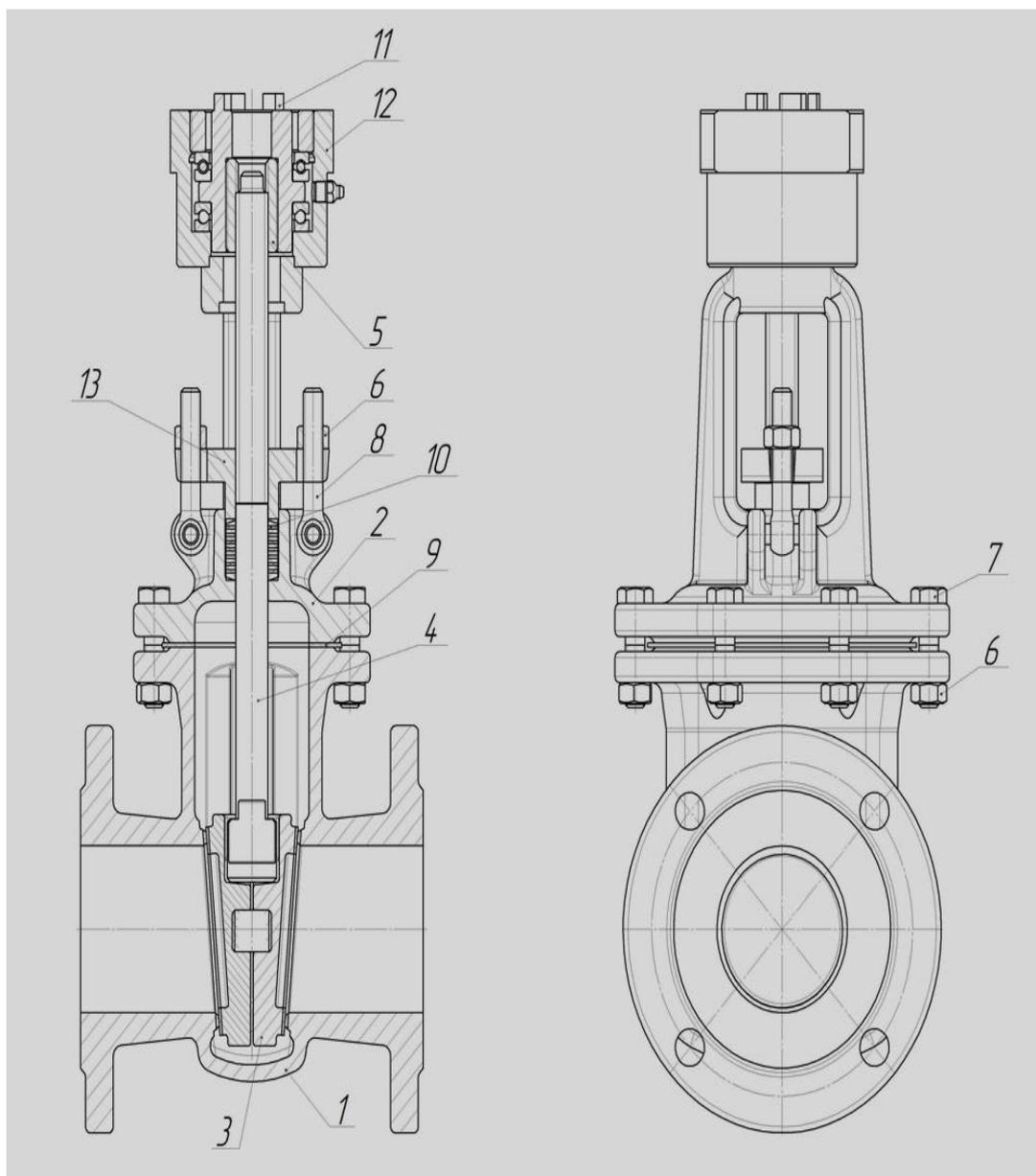


Рисунок 5 – Задвижка фланцевая

1 – корпус; 2 – крышка; 3 – клин; 4 – шпindelь; 5 - втулка резьбовая;
 6, 7 - болт, шпилька; 8 - болт откидной; 9 - уплотнение между корпусом
 и крышкой (прокладка); 10 - набивка сальника; 12 - фланец; 13 - втулка

Ввариваемый тип задвижки применяется для трубопроводов с агрессивной рабочей средой и большим давлением потока. Основными достоинством данного типа присоединения является, что задвижка прочнее и надежнее относительно фланцевой задвижки. Кроме того, этот тип обладает лучшей герметичностью, что позволяет избежать протечки, а также обладает относительно маленькими габаритами. Недостатками являются, что ремонт и демонтаж сильно труднее.

Приводы запорной трубопроводной арматуры

Приводы служат для управления запорной трубопроводной арматурой.

Существует несколько видов приводов запорной арматуры:

- ручной;
- ручной с механическим редуктором.
- электропривод;
- пневмопривод;
- гидропривод;
- пневмогидропривод;

1.2 Электроприводы

Для задвижек в качестве привода самым популярным вариантом является электропривод в виду таких преимуществ как конструкция довольно проста и надежна, а также благодаря такому фактору, что в нынешнее время все промышленные зоны оснащены электрической энергией. Следует отметить такой важный фактор, что задвижка с электроприводом оснащается для трубопровода в независимости от его диаметра и рабочей среды. [2]

Основные функции электропривода:

- дистанционное и автоматическое управление задвижкой;
- при помощи пульта открывать и закрывать проход задвижки;
- переключение скорости движения с целью повысить крутящий момент в момент уплотнения;
- сигнализация и автоматическое отключение электродвигателя в момент, когда запорный элемент достигает крайних положений;
- регулировка предельного крутящего момента;

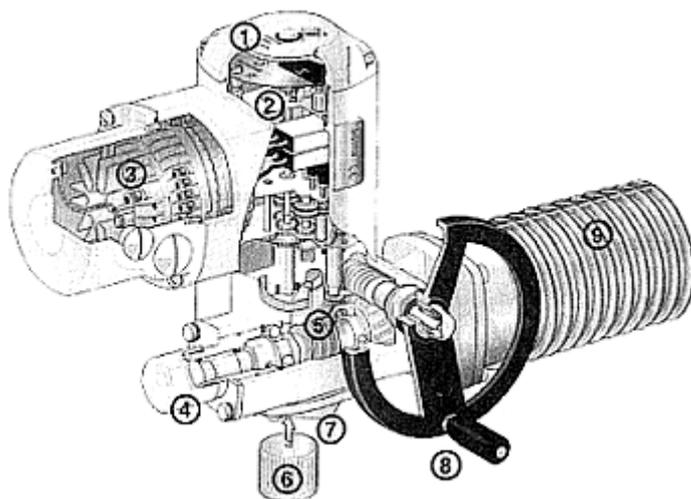


Рисунок 6 – Электропривод:

- 1 — механический показатель положения; 2 — блок выключателей;
 3 — электрическое подключение; 4 — механические ограничители;
 5 — редуктор; 6 — втулки; 7 — соединительные фланцы;
 8 — ручное управление.

Основные функции электропривода:

- дистанционное и автоматическое управление задвижкой;
- при помощи пульта открывать и закрывать проход задвижки;
- переключение скорости движения с целью повысить крутящий момент в момент уплотнения;
- сигнализация и автоматическое отключение электродвигателя в момент, когда запорный элемент достигает крайних положений;
- регулировка предельного крутящего момента;

Основная классификация:

- в зависимости от требований взрывоопасности – нормальное и взрывоопасное;
- по редуктору – зубчатый, червячный и планетарный;

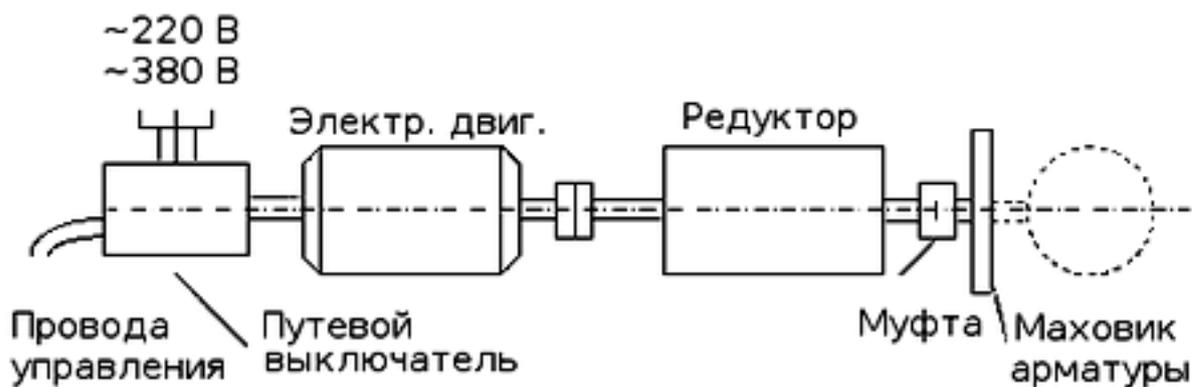


Рисунок 6 – Упрощенная схема электропривода для арматуры.

Одним из главных и серьезных недостатков задвижек при работе с электроприводом, является отказ работы при отсутствии электрического питания. Следствием этого минуса при эксплуатации являются очень серьезные проблемы для всего производства. Решением данной проблемы является ручной дублер, который позволяет при отказе автоматической работы задвижки перейти в ручной режим.

Под ручным дублером подразумевается устройство, которое позволяет перейти на ручное управление арматуры с приводом тогда, когда привод не в состоянии функционировать по тем или иным причинам.



Рисунок 7 – Ручной дублёр

1.3 Планетарная передача

Под планетарной передачей подразумевается передача механического типа вращательного движения, конструктивные особенности которой позволяют в одной оси вращения суммировать и разделять величины как угловых скоростей, так и крутящих моментов.

Эта передача позволяет передавать ту же мощность, что и обычная передача при значительно малых габаритах. Обусловлено это тем, что её конструкция со многими сателлитами обеспечивает зацепление большего числа зубцов, что и уменьшает нагрузку на них.

При использовании планетарной передачи легкая компоновка машин и каскадных механизмов, благодаря тому, что ведомые и ведущие валы соосны.

Планетарная передача имеет низкий уровень шума, благодаря тому, что силы в передаче сбалансированы.

В отличие от других передач, планетарная достигает высоких передаточных отношений при относительно небольшом количестве колес.

Из минусов передачи можно выделить высокие требования к изготовлению и сборки. [3]

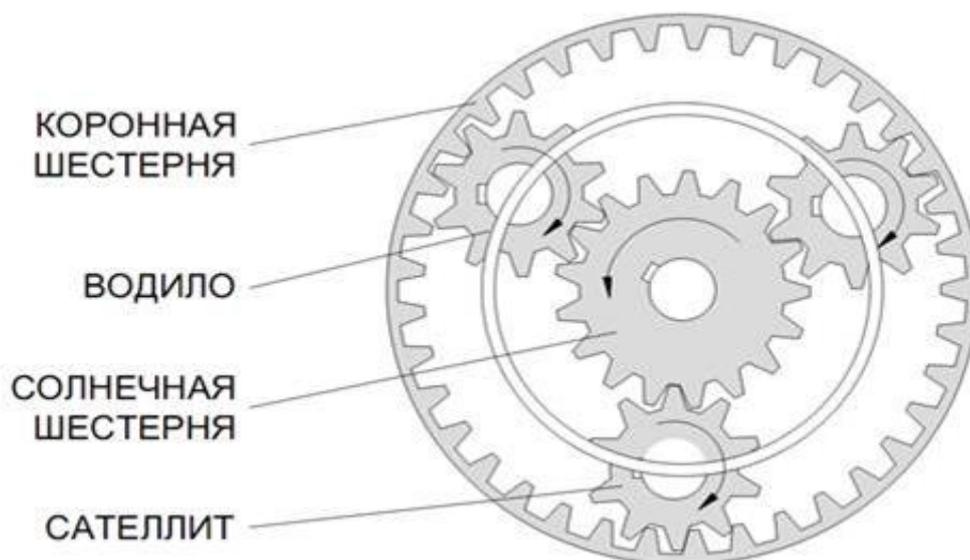


Рисунок 8 – Планетарная передача

Малое и большое колеса с зубьями в центре называются солнечной и коронной шестернями соответственно.

Самой главной деталью планетарной передачи является водило, представляющий собой рычажный механизм, оно позволяет всем звеньям передачи вращаться дифференциально.

Сателлиты – зубчатые колеса с внешними зубьями, которые находятся в постоянном зацеплении с солнечной и коронной шестернями. Сателлиты могут быть прямозубыми, косозубыми, шевронными и червячными. Оси сателлитов могут быть параллельными, скрещивающимися и даже пересекающимися.

В независимости от простоты или сложности планетарной передачи, она должна иметь сателлиты, водило и как минимум два центральных зубчатых колеса

2 РАСЧЁТНАЯ ЧАСТЬ

2.1 Расчёт задвижки

2.1.1 Определение максимально возможного момента на маховом колесе при закрывании.

Характеристика клиновой задвижки: $D_y = 90$ мм; $P_y = 15 \frac{\text{кГ}}{\text{см}^2}$; угол, под которым наклонён клин $\phi = 6^\circ$; диаметры уплотняющих колец: $D_1 = 110$ мм; $D_2 = 105$ мм.

1. Определим максимально возможное усилие, которое потребуется для перемещения запорного органа задвижки при закрывании, вычислив предварительно усилия для уплотнения и от давления среды:

Усилие, которое необходимо для уплотнения:

$$Q_y = \pi D_k q_y b = 3,14 \cdot 10,75 \cdot 0,25 \cdot 100 = 844 \text{ кГ},$$

где D_k - средний диаметр колец, см;

b - ширина одного, см;

q_y - удельное давление на них, $\frac{\text{кГ}}{\text{см}^2}$.

Определим их значения:

$$D_k = \frac{D_1 + D_2}{2} = \frac{11 + 10,5}{2} = 10,75 \text{ см},$$

$$b = \frac{D_1 - D_2}{2} = \frac{11 - 10,5}{2} = 0,25 \text{ см},$$

$$q_y = \frac{35 + P}{\sqrt{b}} = \frac{35 + 15}{\sqrt{0,25}} = 100 \frac{\text{кГ}}{\text{см}^2}.$$

Усилие от давления среды:

$$Q_{cp} = 0,785 D_k^2 P_y = 0,785 \cdot 10,75^2 \cdot 15 = 1360 \text{ кГ}.$$

Максимальное усилие, которое необходимо для перемещения клина при закрытии запорной арматуры, равно:

$$Q_1 = 0,87 Q_y + 0,87 Q_{cp} = 0,87 \cdot 844 + 0,87 \cdot 1360 = 1917 \text{ кГ}.$$

Максимальное усилие вдоль шпинделя, которое необходимо для закрытия задвижки с выдвигаемым шпинделем:

$$Q_0 = Q_1 + Q_{\text{шп}} + T,$$

где Q_1 – усилие для перемещения клина, кГ;

$Q_{\text{шп}}$ – усилие, которое выталкивает шпindelь, кГ;

T – сила трения в сальнике, кГ.

Определим $Q_{\text{шп}}$ и T .

Сила, которая выталкивает шпindelь:

$$Q_{\text{шт}} = 0,785d_c^2 P_y = 0,785 \cdot 1,95^2 \cdot 15 = 45 \text{ кГ},$$

где шпindelя диаметр в сальнике $d_c = 1,95 \text{ см}$.

Сила трения в сальнике:

$$T = \psi s d_c P_y = 2,1 \cdot 1,95 \cdot 0,625 \cdot 15 = 38 \text{ кГ}.$$

Здесь коэффициент $\psi = 2,1$, $s = 0,625$.

Таким образом, Q_0 равняется:

$$Q_0 = 1917 + 45 + 38 = 2000 \text{ кГ}.$$

2. Максимально возможный момент на маховом колесе, который нужен для закрытия арматуры с выдвижным шпindelем, предварительно вычислив моменты в резьбе и трения в бурте:

Момент в резьбе

$$M_o = \frac{Q_o d_{\text{ср}}}{2} \text{tg}(\alpha + p) = 2000 \cdot 0,419 = 874 \text{ кГ} \cdot \text{см}.$$

при коэффициенте трения $\mu = 0,17$, значение $\text{tg}(\alpha + p) = 0,419$

Момент трения в бурте

$$M_6 = \frac{Q_o d_6}{2} \mu_6 = 2000 \cdot 2,5 \cdot 0,01 = 50 \text{ кГ} \cdot \text{см}.$$

где $d_6 = 5,0 \text{ см}$; коэффициент трения принять равным $\mu = 0,01$.

$$M_m = M_o + M_6 = 874 + 50 = 924 \text{ кГ} \cdot \text{см}.$$

2.1.2 Определение максимально возможного момента на маховом колесе при открывании.

1. Определим максимально возможное усилие, которое потребуется для перемещения запорного органа задвижки при открывании:

$$Q'_1 = 0,72Q_y + 0,72Q_{cp} = 0,72 \cdot 844 + 0,72 \cdot 1360 = 1586 \text{ кГ.}$$

Наибольшее усилие вдоль шпинделя, которое необходимо для открытия задвижки с выдвигным шпинделем:

$$Q'_o = Q'_1 - Q_{шп} + T = 1586 - 45 + 38 = 1581 \text{ кГ.}$$

Максимально возможный момент на маховом колесе, который нужен для открытия арматуры с выдвигным шпинделем, предварительно вычислив моменты в резьбе и трения в бурте:

$$M'_m = M'_o + M'_6,$$

Момент в резьбе:

$$M'_o = \frac{Q'_o d_{cp}}{2} \operatorname{tg}(\alpha + \rho) = 1581 \cdot 0,419 = 662 \text{ кГ} \cdot \text{см.}$$

Момент трения в бурте:

$$M'_6 = \frac{Q'_o d_6}{2} \mu_6 = 1581 \cdot 2,5 \cdot 0,01 = 40 \text{ кГ} \cdot \text{см.}$$

$$M'_m = 662 + 40 = 702 \text{ кГ} \cdot \text{см.}$$

Получены моменты и усилия на маховике, необходимые для закрытия и открытия задвижки

Закрытие задвижки: $M_m = 90 \text{ Н} \cdot \text{м};$

Открытие задвижки: $M'_m = 69 \text{ Н} \cdot \text{м.}$

2.2 Расчёт планетарного редуктора [4]

Общее передаточное отношение привода

$$i_{\text{общ}} = \frac{\omega_1}{\omega_h} = \frac{18}{1,875} = 9,6.$$

1. Количество сателлитов $c = 3$.

2. С учетом избежания подрезания зубьев принимаем $z = 20$.

Определяем число зубьев:

$$z_3 = (i_{l2}^3 - 1)z_l = (9,6 - 1) \cdot 20 = 172;$$

$$z_2 = (z_3 - z_l) \cdot 0,5 = (172 - 20) \cdot 0,5 = 76.$$

Проверка подбора зубьев по условиям соосности, соседства и сборки.

$$z_1 + z_2 = z_2 - z_3;$$

$$20 + 76 = 76 - 172.$$

Условие соседства:

$$(z_1 + z_2) \sin\left(\frac{\pi}{c}\right) > (z_2 + 2);$$

$$(20 + 76) \sin\left(\frac{180^\circ}{3}\right) > (76 + 2);$$

$$83 > 78.$$

Условие сборки:

$$\frac{(z_1 + z_3)}{c} = \gamma;$$

$$\frac{20 + 172}{3} = 64.$$

Фактическое передаточное отношение редуктора:

$$i_{1h}^3 = 1 + \frac{z_3}{z_1} = 1 + \frac{172}{20} = 9,6,$$

3. Угловые скорости звеньев:

При колокольном колесе $\omega_3 = 0$, скорость колеса $\omega_1^3 = \omega_d = 18 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$.

Угловая скорость водила:

$$\omega_h = \frac{\omega_1}{1+p} = \frac{18}{9,6} = 1,875 \frac{\text{рад}}{\text{с}},$$

где, $p = \frac{z_3}{z_1} = \frac{172}{20} = 8,6$.

Угловая скорость солнца в относительном движении:

$$\omega_c = \omega_1 - \omega_h = 18 - 1,875 = 17,125 \frac{\text{рад}}{\text{с}}.$$

Определяем относительную угловую скорость сателлита и передаточное отношение между ним и солнцем в относительном движении:

$$\omega'_2 = \frac{\omega'_1}{i_{12}^h} = \frac{17,125}{-3,8} = -4,5 \frac{\text{рад}}{\text{с}}.$$

$$i_{12}^h = -\frac{\omega_1}{\omega_2^h} = -\frac{z_2}{z_1} = -\frac{76}{20} = -3,8.$$

4. Коэффициент полезного действия редуктора и вращающих моментов на его валах.

Коэффициент полезного действия редуктора без потерь в подшипниках:

$$\eta_{1h} = 1 - \left(1 - \frac{1}{i_{13}}\right)(1 - \eta_{13}) = 1 - \left(1 - \frac{1}{9,6}\right)(1 - 0,98 \cdot 0,96) = 0,947,$$

где η_{13} – Коэффициент полезного действия передачи, когда водило не вращается;

Полный коэффициент полезного действия редуктора с учетом потерь на двух парах подшипников, для каждой из которых $\eta_{\text{п}} = 0,99$:

$$\eta_{\text{полн}} = \eta_{1h} \eta_{\text{п}}^2 = 0,947 \cdot 0,99^2 = 0,93.$$

Номинальный момент на выходном валу:

$$M_B = M_1 \eta_{\text{полн}} i = 90 \cdot 10^3 \cdot 0,93 \cdot 9,6 = 803,5 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{мм}.$$

Определим число сателлитов:

$$c = c - 0,7 = 3 - 0,7 = 2,3.$$

5. Для данных зубчатых колёс предел прочности $\sigma_B = 900 \frac{H}{\text{мм}^2}$. Назначаем среднюю твердость зубьев солнца HRC 40, сателлитов – РКС 38.

Допустимое контактное напряжение для сателлита:

$$[\sigma]_H = \frac{\sigma_{H \text{ limb}} K_{HL}}{[n]_F} = \frac{18 \cdot 38 + 150}{1,2} = 695 \frac{H}{\text{мм}^2}.$$

Допустимые напряжения изгиба для зубьев солнца при отнулевом цикле:

$$[\sigma]_{F1} = \frac{\sigma_{F \text{ limb}} F_{FG}}{[n]_F} = 550 \cdot \frac{0,7}{2} = 192 \frac{H}{\text{мм}^2}.$$

Межосевое расстояние $a_{\omega 12}$ и коэффициент ширины колеса ψ_{ba} при использовании трех сателлитов:

$$\psi_{ba} = \frac{1,5}{i_{12}^h + 1} = \frac{1,5}{4,8} = 0,3125.$$

$$\begin{aligned} a_{\omega 12} &= (i_{12}^h + 1)^3 \sqrt{\left(\frac{310}{[\sigma]_H}\right)^2 \frac{M_1 K_H}{\psi_{ba} i_{12}^h c'}} = \\ &= (3,8 + 1)^3 \sqrt{\left(\frac{310}{695}\right)^2 \frac{99,5 \cdot 10^3 \cdot 1,5}{0,3125 \cdot 3,8 \cdot 2,3}} = 106 \text{ мм.} \end{aligned}$$

Модуль зацепления:

$$\begin{aligned} z_{\Sigma} &= z_1 + z_2 = 20 + 76 = 96; \\ m &= \frac{2a_{\omega 12}}{z_{\Sigma}} = 2 \cdot \frac{106}{96} = 2,2 \text{ мм} = 2,5 \text{ мм.} \end{aligned}$$

Межосевое расстояние с учетом модуля зацепления:

$$a_{\omega 12} = \frac{m z_{\Sigma}}{2} = 2,5 \cdot \frac{96}{2} = 120 \text{ мм.}$$

Ширина сателлитов:

$$b_2 = \psi_{ba} \cdot a_{\omega 12} = 0,3125 \cdot 120 = 37,5 = 38 \text{ мм.}$$

Предположим, что солнечное колесо плавающее, исходя из этого, увеличиваем ширину центральных колес на 2мм на каждую сторону:

$$b_1 = b_3 = b_2 + 2\Delta = 38 + 4 = 42 \text{ мм.}$$

Из отношения $\frac{[\sigma]_F}{Y_F}$ определяем для какого из зубьев колёс рассчитываем напряжения изгиба. Ведём расчёт по тому, у которого оно наименьшее.

Для шестерни при $z_1 = 20, Y_{F1} = 4,09$; для колеса при $z_2 = 76, Y_{F2} = 3,6$.

$$\frac{[\sigma_{F1}]}{Y_{F1}} = \frac{305}{4,09} = 95,7 \text{ и } \frac{[\sigma_{F2}]}{Y_{F2}} = \frac{229}{3,6} = 63$$

Из этого следует, что рассчитываем зацепление на выносливость по сателлиту.

Окружная скорость зацеплении внешней пары относительно водила h :

$$v^h = \frac{d_1 \omega_1}{2} = \frac{50 \cdot 17,125}{2 \cdot 1000} = 0,43 \frac{м}{с}$$

Определяем коэффициент нагрузки при $F_{Fv} = 1,2, F_{F\beta} = 1,56$:

$$K_F = K_{Fv} K_{F\beta} = 1,2 \cdot 1,56 = 1,87.$$

Вычислим напряжения при изгибе и определим соответствие условия $\sigma_{F2} \leq [\sigma_{F2}]$:

$$\sigma_{F2} = \frac{2 M_1 K_F Y_F}{c m b d} \leq [\sigma_{F2}]$$

$$\sigma_{F2} = \frac{2 \cdot 99,5 \cdot 10^3 \cdot 1,87 \cdot 3,7}{2,3 \cdot 38 \cdot 1,25 \cdot 100} = 63 \frac{Н}{мм^2}$$

Условие соблюдается

6. Геометрический расчёт передачи.

Рассчитаем диаметры делительных окружностей, после чего проверим расстояния между осями:

$$d_1 = 2,5 \cdot 20 = 50 \text{ мм};$$

$$d_2 = 2,5 \cdot 76 = 190 \text{ мм};$$

$$d_3 = 2,5 \cdot 172 = 430 \text{ мм}.$$

$$\alpha_{o11} = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{50 + 190}{2} = 120 \text{ мм},$$

$$\alpha_{o23} = \frac{d_2 - d_3}{2} = \frac{190 - 430}{2} = 120 \text{ мм},$$

Рассчитаем диаметры окружностей в области впадин и выступов для:

- колёс с внешними зубьями:

$$d_a = d + 2m; d_{a1} = 50 + 2 \cdot 2,5 = 55 \text{ мм}; d_{a2} = 190 + 2 \cdot 2,5 = 195 \text{ мм};$$
$$d_f = d - 2,5m; d_{f1} = 50 - 2,5 \cdot 2,5 = 43,75 \text{ мм}; d_{f2} = 76 - 2,5 \cdot 2,5 = 69,75 \text{ мм}.$$

- колёс с внутренними зубьями:

$$d_{a3} = d_3 - 2m + \frac{15,2m}{z_3} = 430 - 5 + \frac{15,2 \cdot 2,5}{172} = 424,78 \text{ мм};$$

$$d_{f3} = d_3 + 2,5m = 430 + 2,5 \cdot 2,5 = 436,25 \text{ мм}.$$

7. Усилия в зацеплении.

Определяем окружное и радиальное усилия в зацеплении:

$$P_{12} = P_{21} = P_{23} = P_{32} = \frac{2M_1}{d_1} = \frac{2 \cdot 90 \cdot 10^3}{50} = 3600 \text{ Н}.$$

$$P_r = P \operatorname{tg} \alpha = 3600 \operatorname{tg} 20^\circ = 1310 \text{ Н}.$$

Нагрузка на ось сателлита:

$$P_{2h} = P_{h2} = 2 P_{12} = 2 \cdot 3600 = 7200 \text{ Н}.$$

При расчете центробежной силой $P_{ц}$ пренебрегаем, поскольку при $\omega_h \ll 300 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$ она незначительна.

В относительном движении ось сателлита нагружена постоянной силой:

$$P_0 = \frac{P_{h2}}{c'} = \frac{7200}{2,3} = 3130,43 \text{ Н}.$$

Изгибающий момент в середине пролета (опасном сечении):

$$M = \frac{q l_0}{8} = \frac{P_0 l_0}{8} = \frac{3130,43 \cdot 43}{8} = 16826 \text{ Н} \cdot \text{мм}.$$

Принимем для оси $\sigma_T = 440 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}$; коэффициент запаса $[n_T] = 2,5$:

$$[\sigma_{и}] = \frac{\sigma_T}{[n_T]} = \frac{440}{2,5} = 176 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}.$$

Необходимый диаметр оси:

$$d_0 \gg \sqrt[3]{\frac{32M}{\pi[\sigma_{\text{н}}]}} = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 16826}{3,14 \cdot 176}} \geq 9,9 \text{ мм.}$$

Принимаем $d_0 = 10 \text{ мм}$.

Диаметр выходного конца быстроходного вала, который работает только на кручение, $[\tau]_{\text{к}} = 40 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}$:

$$d_{\text{Б}} = \sqrt[3]{\frac{16M_1}{\pi[\tau]_{\text{к}}}} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 90000}{3,14 \cdot 40}} = 22,55 \text{ мм.}$$

Ведомый вал также работает только на кручение:

$$d_{\text{Т}} = \sqrt[3]{\frac{16M_2}{\pi[\tau]_{\text{к}}}} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 803500}{3,14 \cdot 40}} = 29,92 \text{ мм.}$$

Спроектированы схемы электропривода с ручным дублером на основе планетарной передачи, позволяющее увеличить КПД задвижки:

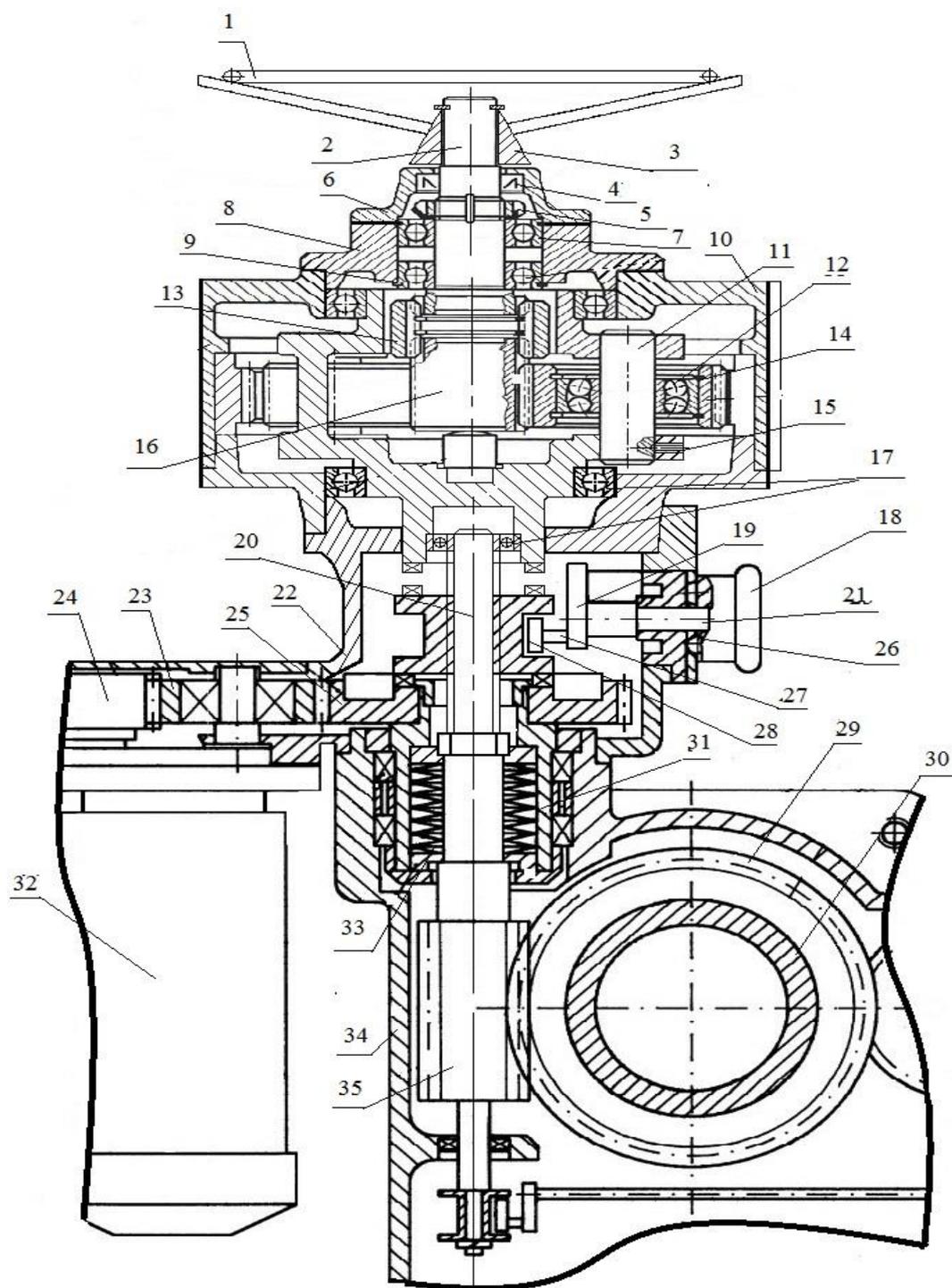


Рисунок 8 – Схема электропривода с ручным дублером на основе планетарной передачи

1 - маховик; 2 – быстроходный вал; 3 - стакан; 4 - манжета; 5 – кольцо пружинное стопорное; 6,7,9,12 - шарикоподшипники; 8 – корпус редуктора; 10 – кольцо колокольное; 11 – ось; 13 муфта; 14 – сателлит; 15 – винт стопорный; 16 – солнечное колесо; 17 – подшипники; 18 – ручка; 19 – кулачок; 20 – тихоходный вал; 21 – валик; 22 – корпус ручного дублера; 23,24 - шестерни ; 25 – кулачковое зубчатое колесо; 26 - шарик; 27 - палец; 28 - ролик; 29 – червячное колесо; 30 – приводной вал; 31 - обойма; 32 – электродвигатель; 33 – тарельчатые пружины; 34 – корпус редуктора; 35 – червячный вал.

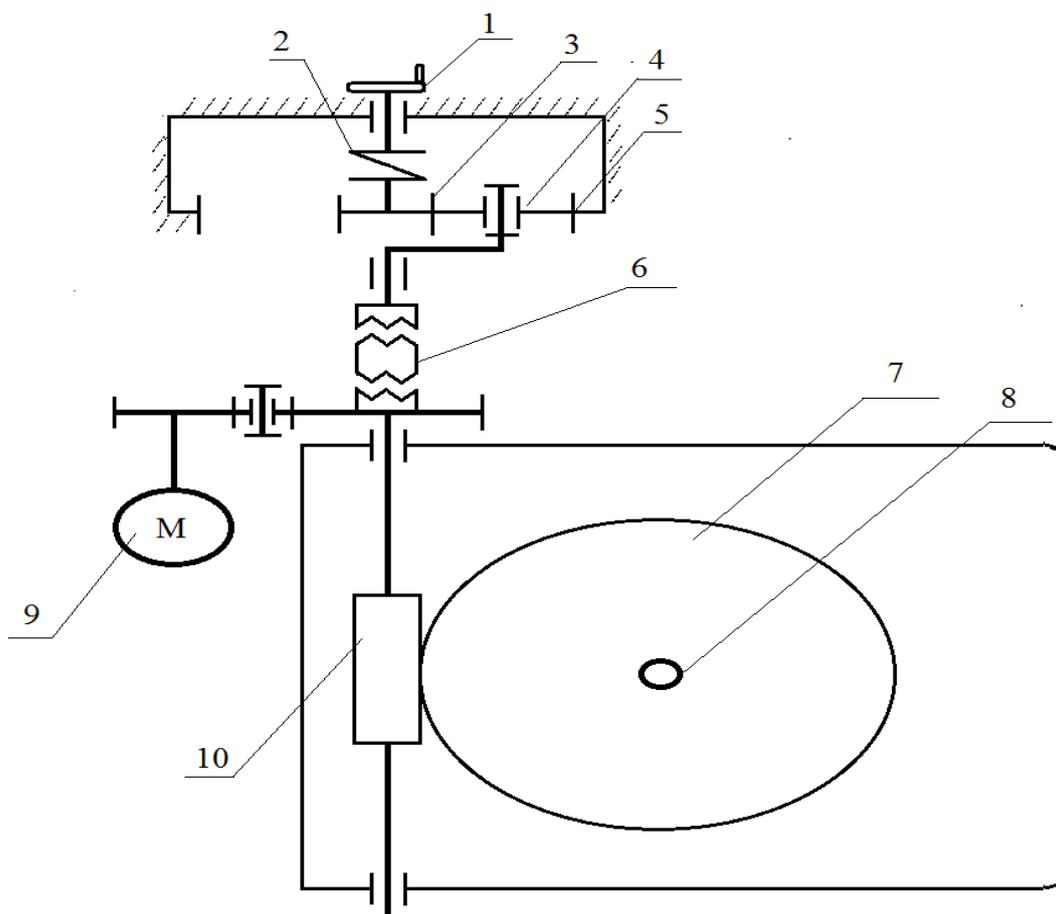


Рисунок 9 – Кинематическая схема электропривода с ручным дублером на основе планетарной передачи

1 – штурвал; 2 – зубчатая муфта; 3 – солнечное колеса; 4 – сателлит; 5 – центральное колесо; 6 – кулачковая муфта; 7 – червячное колесо; 8 – приводной вал; 9 – электродвигатель; 10 – червячный вал.

3 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ И РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ

Целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является анализ представленных в бакалаврской работе результатов внедрения технологии модернизированных задвижек с точки зрения коммерческой привлекательности и конкурентоспособности.

Для достижения поставленной цели в данном разделе будут рассмотрены экономические эффекты и представлены расчеты от внедрения технологии модернизированной приводной задвижки за счет уменьшения потерь количества нефти при эксплуатации данной технологии, откуда следует и увеличение добычи нефти и экономии ресурсов.

3.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Продукт: модернизированная задвижка

Целевой рынок: предприятия нефтеперерабатывающей отрасли промышленности

		Запорная арматура для нефтепроводов		
		Расчет и подбор задвижки к нефтепроводу	3d-модель и анализ работы задвижки	Проектирование и конструирование задвижки
Размер компании	Крупные			
	Средние			
	Мелкие			

Таблица 1 - Карта сегментирования рынка услуг нефтегазовой отрасли

 - «Фирма А»  - «Фирма Б»  - «Фирма В»

3.2 SWOT-анализ

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

Результаты SWOT-анализа представлять в табличной форме (табл. 2).

Таблица 2 – SWOT-анализ

	<p>Сильные стороны проекта:</p> <p>С1. Заявленная экономичность и энергоэффективность технологии.</p> <p>С2. Экологичность технологии.</p> <p>С3. Более низкая стоимость производства по сравнению с другими технологиями</p> <p>С4. Наличие бюджетного финансирования</p> <p>С5. Квалифицированный персонал</p>	<p>Слабые стороны проекта:</p> <p>Сл1. Отсутствие у потенциальных потребителей</p> <p>Сл2. Отсутствие инжиниринговой услуги, способной обучить работать в рамках проекта.</p> <p>Сл3. Отсутствие необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца.</p> <p>Сл4. Большой срок поставок материалов и комплектующих, используемый при проведении исследования.</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ</p> <p>В2. Появление дополнительного спроса на новый продукт</p> <p>В3. Снижение таможенных пошлин на сырье и материалы, используемые при научных исследованиях</p>	<p>СиВ:</p> <p>1. Опыт</p> <p>2. Широкая производственная линейка</p>	<p>СЛиВ:</p> <p>1. Текущее снижение мировых цен на нефть и приводит к снижению стоимости нефтепродуктов</p> <p>2. Повышение квалификации кадров у потенциальных потребителей</p> <p>3. Создание инжиниринговой услуги с целью обучения работе с готовым продуктом</p> <p>4. Приобретения необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца</p> <p>5. Нефтяные месторождения могут иссякнуть, надо постоянно вкладывать средства на поиск новых.</p>

Угрозы:	СВиУ:	СЛиУ:
<p>У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства</p> <p>У2. Развитая конкуренция технологий производства</p> <p>У3. Введение дополнительных государственных требований к сертификации продукции</p>	<p>1. Продвижение технологии запорной арматуры с целью создания спроса</p> <p>2. Создание конкурентных преимуществ готового продукта.</p> <p>3. Сертификация и стандартизация продукта</p>	<p>1. Экологическая опасность от химических выбросов</p> <p>2. Создание инжиниринговой услуги с целью обучения работе с готовым продуктом</p> <p>3. Приобретения необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца</p> <p>4. Сокращение поставок или смена поставщика</p> <p>5. Создание конкурентных преимуществ готового продукта</p> <p>6. Сертификация и стандартизация продукта</p> <p>7. Сильная зависимость от мировых цен на нефть.</p>

С помощью данного анализа были исследованы как внешняя, так и внутренняя среды проекта. Определены сильные и слабые стороны, возможности и угрозы проекта.

3.3 Расчет экономической эффективности от увеличения добычи нефти

Рассмотрим экономическую эффективность в результате замены запорной арматуры, используемой в компании ООО «Х» на запорную арматуру, разработанную в данной ВКР. На примере одной из среднестатистических эксплуатационных скважин можно провести экономический расчет по использованию разработанной запорной арматуры в компоновке подземного оборудования скважины.

Основные преимущества модернизации привода задвижки, являются высокий КПД, высокая точность и долговечность. Последнее преимущество позволяет увеличить срок замены оборудования. Остальные преимущества уменьшают риск аварии в нефтепроводах, из-за которых приостанавливается работа УЭЦН, что позволяет сохранить значительную часть денежных средств.

Для наглядности количества потерь нефти, образованных при повреждении нефтепровода, где используются запорные задвижки без модернизации, разработанные в данной работе, посчитаем эти потери на примере нефтепровода “[х]” и сделаем вывод по полученным результатам.

Рассчитаем объем нефти, вытекшей через место повреждения нефтепровода “[х]” от момента остановки перекачки $\tau_0=8$ ч 30 мин до закрытия задвижек $\tau_3=9$ ч 10 мин. $Z_1=125$ м – геодезическая отметка самой высокой точки профиля аварийного участка нефтепровода, $Z_M=100$ м – геодезическая отметка места повреждения, на аварийном участке нефтепровод имеет постоянный гидравлический уклон $i=0,005$, напор, создаваемый атмосферным давлением $h_a=11$ м, внутренний диаметр трубопровода $D_{вн}=150$ мм, площадь отверстия $\omega=10$ см², элементарный интервал времени 10 минут, принять коэффициент расхода $\mu = 0,62$.

Расчёт:

Напор в отверстии:

$$h_1 = 125 - 100 - 3 - 11 = 11 \text{ м.}$$

Расход через отверстие:

$$Q_1 = 0,62 \cdot 10 \cdot 10^{-4} \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 11} = 9,11 \cdot 10^{-3} \frac{\text{м}^3}{\text{с}}.$$

Объём нефти, вытекшей за элементарный интервал:

$$V_1 = 9,11 \cdot 10^{-3} \cdot 10 \cdot 60 = 5,46 \text{ м}^3.$$

Длина опорожненного участка нефтепровода:

$$l_1 = 4 \cdot \frac{4,66}{3,15} = 309 \text{ м.}$$

$$h_2 = h_1 - l_1 \cdot i = 11 - 309 \cdot 0,005 = 9,45 \text{ м.}$$

$$Q_2 = 8,44 \cdot 10^{-3} \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

$$V_2 = 5,07 \text{ м}^3,$$

$$l_2 = 287 \text{ м.}$$

$$Q_3 = 7,78 \cdot 10^{-3} \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

$$V_3 = 4,67 \text{ м}^3,$$

$$l_2 = 264 \text{ м}.$$

$$Q_4 = 7,11 \cdot 10^{-3} \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

$$V_4 = 4,27 \text{ м}^3,$$

Общий объём вылившейся нефти:

$$V = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 = 5,46 + 5,07 + 4,67 + 4,27 = 19,46 \text{ м}^3.$$

По данному примеру можно сделать вывод какой объём нефти выливается при закрытии только одной задвижки.

При использовании задвижек, модернизированных в данной ВКР, объём потерь уменьшается в среднем на 30%.

Стоимость установки данной технологии сложно определить, так как это новая технология, а также такого фактора как выбор метода оценки, который был бы принят как со стороны разработчика, так и со стороны покупателя. Для расчетов примем среднюю стоимость в 12 млн рублей, значение данной стоимости обусловлено наценкой в 20% на технологию с более низким КПД, применяемую в нефтегазовых предприятиях, а цены на нефть и курс доллара актуальные на май 2020 года. Эти и другие исходные данные представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Исходные данные для расчета

№ п/п	Наименование показателя	Значение	Единицы измерения
1	Курс \$ к рублю Центральным Банком РФ	73	руб./долл.
2	Цена реализации нефти	35	\$ за баррель
3	Коэффициент пересчёта баррель в тонны	7,2	
4	Количество дней работы скважины в год	345	дни

5	Норма рентабельности	20	%
6	Налог на прибыль	20	%
7	Среднесуточный дебит нефти скважины до внедрения технологии	200	т/сут
8	Среднесуточный дебит нефти скважины после внедрения технологии	260	т/сут
9	Объём дополнительных капитальных вложений	12	млн. руб.
10	Стоимость базовой скважины	40	млн. руб.

Для определения прибыли и увеличения рентабельности за счет внедрения модернизированных задвижек, произведем расчет в течение пяти первых лет эксплуатации данной технологии. Основные результаты расчета представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Результаты расчета экономической эффективности от увеличения добычи

№ п/п	Наименование показателя	Проект		
		До внедрения	После внедрения	Изменения
1	Капитальные затраты на мероприятие, млн. руб.	40	52	12
2	Выручка от реализации, млн. руб.	832	1082	250
3	Себестоимость добычи, млн. руб.	665	665	0
4	Прибыль, млн. руб.	167	417	250
5	Рентабельность, %	20,0	39,5	19,5
6	Срок окупаемости капитальных вложений		0,095	≈6 месяцев

Как видно из таблицы внедрение модернизированных задвижек позволяет увеличить рентабельность добычи с 20% до 39,5% за счет увеличения добычи

снижения проста скважины. Срок окупаемости при затратах в 12 млн рублей составит около пяти месяцев, что является показателем эффективности внедряемой технологии.

Вывод по разделу

Использование технологии, рассматриваемой в данной ВКР позволяет увеличить экономическую и ресурсосберегающую эффективность при добыче и транспортировке нефти. Основным достоинством данной технологии является минимизация рисков возникновения чрезвычайных и аварийных ситуаций, случаемых с нефтепроводами из-за запорных арматур. Положительный эффект трудно оценить с экономической точки зрения, так как в данном случае немало важную роль играет экологическая составляющая, что позволяет компаниям иметь хорошую репутацию. Поэтому при выборе технологий необходимо в первую очередь опираться на данный фактор.

4 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Целью данной бакалаврской работы является модернизация привода задвижки.

Запорная арматура в виде задвижек используется как для магистральных, так и для промысловых нефтепроводов. В данной бакалаврской работе рассмотрена запорная арматура для промысловых нефтепроводов, используемых для транспортировки продукта добычи. Другими словами, задвижки, установленные в промысловый нефтепровод, в основном находятся непосредственно на кусте скважины.

Промысловый нефтепровод расположен на Крайнем Севере в Ханты-Мансийской автономном округе. Район с континентальным климатом, который характеризуется продолжительной суровой зимой и коротким летом.

Рабочий персонал во время работ с задвижками находится на территории куста, контакт рабочего с запорной арматурой производится в основном при периодическом осмотре, а также при возникающих авариях.

Территория куста включает в себя скважины и различные оборудования: БКНС, АГЗУ, трубопроводы.

В данном разделе произведен анализ опасных и вредных факторов, возникающих при эксплуатации и обслуживании промысловых нефтепроводов, разработка комплекса мер для безопасного обеспечения работ.

4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности Специальные правовые нормы трудового законодательства

По трудовому кодексу РФ работники, привлекаемые к работам вахтовым методом, в период нахождения на объекте производства работ проживают в специально создаваемых работодателем вахтовых поселках, представляющих собой комплекс зданий и сооружений, предназначенных для обеспечения жизнедеятельности указанных работников во время выполнения ими работ и междусменного отдыха, либо в приспособленных для этих целей и оплачиваемых за счет работодателя общежитиях, иных жилых помещениях. [5]

Также согласно трудовому кодексу РФ 50 главы, лица, работающие в районах крайнего Севера, имеют право на:

- районный коэффициент к заработной плате
- дополнительный выходной день
- ежегодный дополнительный выходной день
- процентная надбавка за стаж работы

И другим различным выгодным условиям согласованных в 50 главе ТК РФ «Особенности регулирования труда лиц, работающих в районах крайнего севера и приравненных к ним местностям». [6]

Вместе с тем в современных условиях все в большей мере основой правового регулирования трудовых отношений и иных непосредственно связанных с ними отношений становятся не столько федеральные законы, законы субъектов Российской Федерации, подзаконные нормативные акты, содержащие нормы трудового права (федерального и регионального уровней), а локальные нормативные акты и акты социального партнерства в сфере труда (коллективные договоры и соглашения).

Компоновка рабочей зоны

Рабочее место - это зона пространства, оснащенная необходимым оборудованием, где происходит трудовая деятельность одного работника или группы работников. От организации рабочего места во многом зависит эффективность работы, в следствии чего достигаются и улучшаются результаты

поставленных целей. Рациональная планировка рабочего места должна обеспечивать: наилучшее размещение орудий и предметов труда, не допускать общего дискомфорта, уменьшать утомляемость работника

Персонал в рабочей зоне должен иметь все необходимые приспособления для выполнения своих обязанностей.

Подготовка рабочего места – выполнение до начала работ технических мероприятий для предотвращения воздействия на работающих опасных производственных факторов на рабочем месте.

Подготовка рабочего места и допуск к работе осуществляется только после получения разрешения от оперативного персонала, в управлении и ведении которого находится оборудование. Ответственный руководитель перед допуском к работе должен выяснить, какие меры безопасности приняты при подготовке рабочего места, и проверить подготовку рабочего места личным осмотром в пределах рабочего места. Началу работ должен предшествовать целевой инструктаж. Наблюдающий инструктирует о мерах по безопасному ведению работ и о порядке перемещения по территории. [11]

На территории кустовой скважины персонал в основном находится в операторной, где в положении сидя следит за показаниями в мониторе компьютера. В связи с этим, работодатель должен обеспечить обстановку, соответствующей следующим документам:

- Типовая инструкция ТОИ Р-45-084-01;
- СанПиН 2.2.2. / 2.4. 1340-03 (далее – СанПиН);
- Трудовой кодекс РФ;

Общие правила работы за ПК:

- в помещении с компьютерами рекомендовано, чтобы окна выходили на север или северо-восток;
- если в офисе отсутствует естественный солнечный свет, должно быть организовано искусственное освещение в соответствии с нормами и правилами освещенности рабочих мест;

- если мониторы расположены в ряд, люминесцентные лампы следует исполнять в виде сплошных или прерывистых линий;
- при расположении ПК по периметру, источники освещения должны находиться непосредственно над рабочим столом. [21]

Оснащение рабочего места, предусматривающую работу за ПК должно соответствовать требованиям, представленным на табл.

Таблица 5 - Оснащение рабочего места при работе за ПК [22]

Высота перегородок, разделяющих рабочие места	Не менее 1,5 метров
Ширина рабочего стола	От 80 до 140 см
Глубина рабочего стола	От 80 до 100 см
Высота рабочего стола	7,25 см
Расстояние от глаз до монитора	От 60 до 70 см
Расстояние клавиатуры от края стола	От 10 до 30 см
Сидение	Должно позволять регулировку по высоте, повороту и углу наклона спинки (регулировки должны быть независимыми друг от друга)
Подставка для ног	Ширина — от 30 см, глубина – от 40 см, с углом наклона до 20 градусов

Схема правильной посадки при работе за компьютером представлена на рисунке 11:

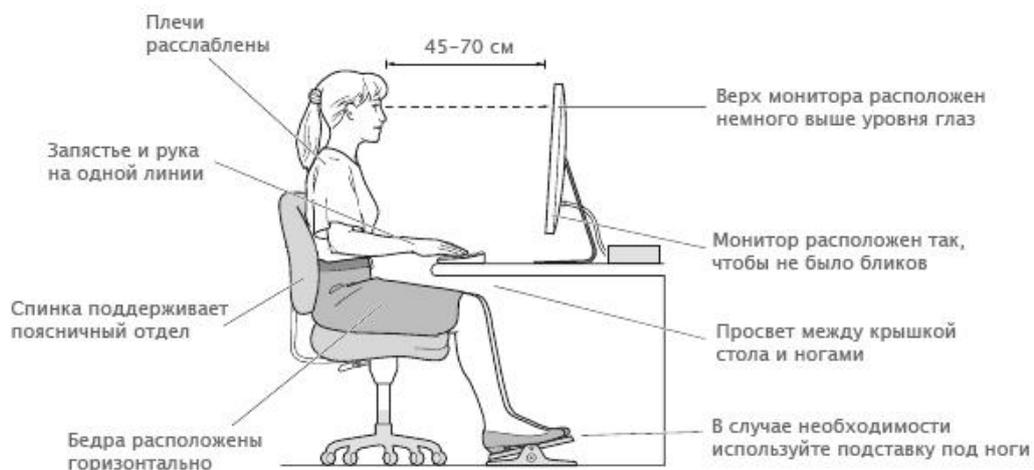


Рисунок 11 – Схема правильной посадки при работе за ПК [21]

Во время осмотра территории, в качестве рабочей зоны выступает вся территория, для удобства персонала, делающего обход, следует обеспечить маршрут информационными знаками и легкопроходимой дорогой.

4.2 Производственная безопасность

Анализ вредных факторов при эксплуатации запорной арматуры

В данном пункте проанализированы опасные и вредные факторы, с которыми работники могут столкнуться при выполнении своих трудовых обязанностей. Перечень факторов представлен в таблице 6.

Таблица 6 – Вредные и опасные факторы [7]

Факторы (согласно ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
1.Климатические условия	+	+	+	ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ[10] ГОСТ 12.1.019-2017[12] ГОСТ 12.1.046-2014 ССБТ[13] MP 2.2.7.2129-06[Error! Reference source not found.] ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ[Error! Reference source not found.] СП 3.1.3.2352-08[Error! Reference source not found.]
2.Повышенный уровень шума.	+	+	+	
3.Повышенный уровень вибрации	+	+	+	
4.Поражение электрическим током	+	+	+	
5.Механические опасности	+	+	+	
6.Взрывоопасность и пожароопасность	+	+	+	

Климатические условия

В зимнее время работа персонала отличается от летнего. С понижением температуры окружающего воздуха до отрицательных величин (под отрицательными величинами подразумевается значение температуры, которое неблагоприятно действует на рабочий персонал и на оборудование. Для каждого оборудования температура, при которой эксплуатация невозможна разная, к примеру эксплуатация стальной запорной арматуры только до минус 60°С)

устанавливается порядок осмотра аппаратов, трубопроводов обслуживающим персоналом в зависимости от температуры окружающей среды с записью в режимном листе контроля работы устройств, где фиксируется температура окружающей среды, температура в трубопроводе или аппарате, работа теплоспутника.

При воздействии на организм человека отрицательных температур наблюдается сужение сосудов пальцев рук и ног, кожи лица, изменяется обмен веществ. Низкие температуры воздействуют также и на внутренние органы, и длительное воздействие этих температур приводит к их устойчивым заболеваниям. [8]

Обслуживающему персоналу по графику проверять состояние обогрева дренажных устройств, застойных зон участков трубопроводов с записью в вахтовом журнале результатов осмотра, осмотр их инженерно-техническими работниками объекта производить по специальному графику, утвержденному начальником цеха по переработке газа.

При выявлении случаев переохлаждения металла аппаратов или трубопроводов и их деталей, необходимо произвести наружный осмотр участка трубопровода с целью установления приблизительной границы замораживания, затем принять меры к отключению их от действующих коммуникаций так, чтобы не создавались искусственные тупики и принять меры к разогреву отключенного участка трубопровода в соответствии с изложенными выше требованиями.

Работникам, работающим в холодное время года на открытом воздухе, предоставляются специальные перерывы для обогрева и отдыха; средства для обогрева предоставляются на месте работ или в непосредственной близости от места работы. [15]

Повышенный уровень шума

Производственный процесс на территории куста сопровождается значительным шумом, неблагоприятно действующий на персонал. Шум может повредить органы слуха и нервную систему рабочего.

Допустимый уровень шума на рабочем месте не должен превышать 80 дБ [9]. Колебание более низкой частоты (меньше 16 Гц - инфразвук) и более высокой частоты (выше 20000 Гц - ультразвук) воспринимаются человеком не как звук, а как вибрация (сотрясения).

Таблица 7 – Предельно допустимые уровни звукового давления [9]

Вид трудовой деятельности, рабочее место	Уровни звукового давления (дБ) в октавных полосах с частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука (дБА)
	1,5	3	125	50	500	1000	2000	4000	8000	
Выполнение работ в производственных помещениях и на территории предприятий	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

В соответствии со статьей 221 «Трудового кодекса РФ» работникам, занятым на работах с вредными и опасными условиями труда, выдается бесплатно сертифицированная специальная одежда, специальная обувь и другие средства индивидуальной защиты в соответствии с нормами, утвержденными в порядке, определенном Правительством Российской Федерации. [7]

В качестве защиты от шума применяются такие средства индивидуальной защиты как наушники, противошумовые вкладыши (беруши).

Повышенный уровень вибрации

Систематическое воздействие вибрации может привести к вибрационной болезни, которая характеризуется нарушениями физиологических функций организма, связанными с поражением центральной нервной системы. Эти нарушения вызывают головные боли, головокружения, нарушения сна, снижение работоспособности, ухудшение самочувствия, нарушения деятельности. [20]

Вибрационное воздействие (см. таблицу 8) на рабочих местах нормируется по ГОСТ 12.1.012-90. Позволяет оценить опасность воздействия вибрации на рабочих.

Таблица 8 – Предельно-допустимые уровни вибростойкости [10]

Вид вибрации		Логарифмические уровни вибростойкости (дБ) в октавных полосах, Гц					
Технологическая, на постоянных рабочих местах	в производственных помещениях	2	4	8	16	31,5	63
	в машинно-котельных помещениях	108	99	93	92	92	0,2

Использование ручного инструмента с виброзащитными рукоятками, специальной обуви и перчаток.

Производственные операции должны распределяться между работниками так, чтобы продолжительность непрерывного воздействия вибрации, включая микропаузы, не превышала 15 — 20 мин.

Поражение электрическим током

Поражение электрическим током – это причина контакта с электроцепью источников напряжения или тока, способных, по попавшей под напряжение части тела, вызвать протекание тока. [12]

Поражение человека электрическим током может произойти при:

- прикосновении к токоведущим частям, находящимся под напряжением;
- прикосновении к отключенным токоведущим частям, на которых остался заряд;
- при нахождении человека в зоне растекания тока на землю (попадание под «шаговое напряжение»);
- приближении к частям, находящимся под напряжением, на недопустимо малое расстояние.

Основной защитой от поражения электрическим током является заземление. Изоляция токоведущих частей, ограждающие устройства, предупредительная сигнализация, средства защиты и предохранительные устройства [14]. Проверка заземления должна проводиться рабочим персоналом регулярно.

Механические опасности

Во время работы персоналу часто приходится иметь дело с подвижными механизмами и машинами. Движущиеся оборудования, к примеру, такое как станок-качалка, маховик задвижки, представляют опасность травмирования рабочего в виде ушибов, порезов, переломов и др., которые могут привести к потере трудоспособности.

В соответствии с ГОСТ 12.2.003-91 «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. [11]

Для исключения получения травм требуется регулярная проверка состояния оборудования и проведение инструктажей персоналу по технике безопасности. Также персонал должен иметь средство индивидуальной защиты в виде спецодежды, каски, специальной обуви, перчаток, очков.

Взрывоопасность и пожароопасность

В технологическом процессе веществами, представляющими опасность с точки зрения взрывопожароопасности и вредного воздействия на организм человека, являются углеводороды парафинового ряда С1 – С9, триэтиленгликоль, метанол, масло компрессорное, антивспениватель, гидроксид натрия (регулятор рН).

Удельный вес углеводородов, начиная с пропана, превышает удельный вес воздуха, что создает дополнительную опасность скопления газов в помещениях.

Нижний предел взрываемости продуктов, в состав которых входят приведенные выше углеводороды, является основной характеристикой производства по взрывоопасности, что свидетельствует о возможности быстрого образования взрывоопасных концентраций в случае наличия неплотностей в аппаратуре и коммуникациях.

Основными поражающими факторами аварии являются:

- тепловая нагрузка для горения пролива;

- ударная волна взрыва;
- летящие предметы, осколки, обломки для взрыва при разрушении оборудования, обрушении зданий и сооружений.

Методы обеспечения пожаробезопасности подразумевают под собой создание соответствующего противопожарного режима, в котором должны быть установлены: порядок утилизации горючих отходов; места хранения промасленной спецодежды; порядок отключения от питания электрооборудования в случае пожара; последовательность проведения пожароопасных работ, действия и обязанности работников при возникновении пожара. [18]

4.3 Экологическая безопасность

Загрязнение атмосферы

При эксплуатации оборудования в атмосферу выделяются постоянные выбросы, а также аварийные сбросы при выходе из строя оборудования и трубопроводов. Выбросы загрязняющих веществ в виде углеводородов (метан, этан и т.д.) и их производных, кислых компонентов в виде оксидов углерода, серы и азота при рабочем режиме эксплуатации оборудования будут постоянные и залповые:

- продуктов сгорания газа в двигателях;
- углеводородов от не плотностей оборудования, расположенного открыто на технологической площадке;
- углеводородов от оборудования, расположенного в зданиях, через воздухопроводы и дефлекторы;
- вредных веществ через вентиляционные трубы, дыхательные клапаны ёмкостей;
- при сжигании топлива в котельной через дымовую трубу;
- при заполнении емкостей через воздушники.

С целью уменьшения загрязнения атмосферного воздуха предусмотрены технические решения, позволяющие свести до минимума вредное воздействие на атмосферный воздух:

- Постоянный мониторинг воздушной обстановки у скважин, а также в замкнутых газоопасных помещениях;
- Автоматическое определение превышения ПДК загрязняющих веществ в рабочей зоне датчиками и оповещение рабочего персонала;
- Возможность автоматического проветривания замкнутых помещений при превышении ПДК. [13]

Загрязнение гидросферы

Объекты на кустовых площадках представляют потенциальную угрозу загрязнения поверхностных вод, поэтому должны быть разработаны план мероприятий и инструкции по предотвращению аварий на этих объектах.

Мероприятия, проводимые для защиты гидросферы от загрязнения, включают:

- система сбора и подготовки нефти полностью герметизирована;
- сварные стыки участков трубопроводов всех категорий подлежат 100% контролю физическими методами. После полной готовности участка или всего трубопровода производится испытание его на прочность и проверка на герметичность;
- своевременное предотвращение утечек через неплотные фланцевые соединения в водяных линиях;
- обеспечение полной утилизации промысловой сточной воды, сброс промывочных стоков и других объектов в коллектор или в специальные дренажные ёмкости;
- постоянная проверка состояния обвалования вокруг эксплуатационных и нагнетательных скважин;
- осуществление сбора разлитой при эксплуатации и капитальном ремонте скважин в коллектор или закрытую ёмкость.

Загрязнение литосферы

При разработке и эксплуатации месторождений, на земельный покров оказывается очень большое механическое, физическое и химическое влияние.

Деграция почв происходит как от прямого попадания нефти на нее, так и от косвенного влияния на почвенные условия. Мероприятия, направленные на восстановление почв, должны создавать условия для самовосстановления литосферного слоя.

Для этого необходимо еще при проектировании учесть негативное влияние на окружающую среду, применять современные технологии при строительстве нефтегазовых сооружений и минимизировать их количество. объекты должны располагаться строго в пределах лицензионной территории вне природоохранных зон.

Современные технологии мониторинга должны быть направлены в первую очередь на предотвращения разлива нефти, а также на быстрое устранение аварийных ситуаций

4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Во время работы в результате как технических, так и организационных ошибок возникают аварии, на территории куста встречаются такие чрезвычайные ситуации как:

- аварии в результате ГНВП на кустовой площадке добывающих скважин;
- аварии в результате разгерметизации (порыв/прокол) оборудования, нефтесборных трубопроводов, выкидных линий;
- аварии в результате выхода из строя автоматизированного оборудования, в связи с повреждением кабеля линии электропередач.
- аварии в результате ошибок персонала;
- аварии в результате стихийных бедствий;
- возникновение пожара.

Действия персонала во время ЧС должны соответствовать требованиям регламента и другим принятым документам.

Наиболее вероятной ЧС на территории кустовой площадки является розлив нефтепродуктов.

Для ликвидации аварии необходимо остановить скважину, на которой произошла авария, и вывести коллектор из работы. Сбросить избыточное давление из коллектора не дренажную ёмкость.

Для ликвидации последствий разлива необходимо «накрыть» пятно разлива пенными составами для снижения загазованности территории. Далее сделать приямки для сбора нефтепродуктов и собирать нефтепродукты с приямков при помощи специальной техники (АКН). Затем собрать грунт с остатками нефтепродуктов и вывезти в шламовый накопитель. Место разлива засыпать свежим грунтом.

Для ликвидации последствий аварий на предприятии разрабатывается план ликвидации аварии (ПЛА) для всех объектов нефтегазового промысла.

Вывод по разделу

В данном разделе были рассмотрены вопросы соблюдения прав персонала на труд с учётом требований законодательства РФ, выполнения требований к безопасности и гигиене труда, к промышленной безопасности, охране окружающей среды и ресурсосбережению. Также рассмотрели проектные решения, исключающие несчастные случаи в производстве, и снижение вредных воздействий на окружающую среду.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной ВКР были рассмотрены объекты исследования такие как задвижки и их классификация, электропривод и планетарная передача. Было предложено техническое решение повышения КПД задвижек путем использования для ручного привода планетарной передачи. Произведен расчет планетарной передачи для ручного привода. Получены значения передаточного отношения $i=9,6$; максимальных моментов на маховике при открытии и закрытии задвижки $M_M = 90 \text{ Н} \cdot \text{м}$; $M'_M = 69 \text{ Н} \cdot \text{м}$; значения угловых скоростей звеньев; межосевое расстояние $\alpha=120\text{мм}$; КПД редуктора $\eta=0,93$, последнее говорит, о том, что данная передача имеет относительно высокий КПД по сравнению с червячными передачи, в среднем значение которых составляет 0,6. Построены схемы технического решения, позволяющее увеличить КПД задвижки.

В разделе «Финансовый менеджмент» рассмотрены экономическая и ресурсосберегающая эффективность при добыче и транспортировке нефти. Увеличение рентабельности использования устройства, разработанного в данной ВКР составляет 20%.

В разделе «Социальная ответственность» были рассмотрены вопросы соблюдения прав персонала на труд с учётом требований законодательства РФ, выполнения требований к безопасности и гигиене труда, к промышленной безопасности, охране окружающей среды и ресурсосбережению. Также рассмотрены проектные решения, исключаящие несчастные случаи в производстве, и снижение вредных воздействий на окружающую среду.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сейнов С.В., Сейнов Ю.С. Задвижки клиновые. Использование. Техническое обслуживание. Ремонт. Технический справочник из серии «Эксплуатация и ремонт арматуры, трубопроводов, оборудования. - М.: Инструмент, 2003. – 144 с
2. Удут Л.С., Мальцева О.П., Кояин Н.В. Проектирование и исследование автоматизированных электроприводов. Часть 6. - Механическая система электропривода постоянного тока: Учебное пособие. - Томск: Изд. ТПУ, 2004. - 144с.
3. Антонов А. С., Артамонов Б. А., Коробков Б. М., Магидович Е. И. Планетарные передачи // Танк. — М.: Воениздат, 1954. — С. 422—429. — 607 с.
4. Чернавский С. А. и др. Курсовое проектирование деталей машин //М.: Машиностроение. – 1988. – Т. 416.
5. "Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 24.04.2020) Глава 47. Особенности регулирования труда лиц, работающих вахтовым методом. [Электронный ресурс] URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/b28df2870d3c3b2aeb65f905c59c7ddc1b139dd0/
6. "Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 24.04.2020) Глава 50. Особенности регулирования труда лиц, работающих в районах крайнего севера и приравненных к ним местностях. [Электронный ресурс] URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/b739014a99ff134c5dc56d924e34695af0b59ab4/
7. "Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 24.04.2020) Статья 215. Соответствие производственных объектов и продукции государственным нормативным требованиям охраны труда. [Электронный ресурс] URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/34b19e0ed6f5051c2c22c24f05a7662b469b389b/

8. Влияние низкой температуры на организм человека. [Электронный ресурс] URL: https://studwood.ru/1987003/bzhd/vliyanie_nizkoy_temperatury_orga_nizm_cheloveka

9. ГОСТ 12.1.003-83 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности (с Изменением N1). [Электронный ресурс] URL: <http://docs.cntd.ru/document/5200291>

10. ГОСТ 12.1.012-90 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вибрационная безопасность. Общие требования. [Электронный ресурс] URL: <http://docs.cntd.ru/document/5200329>

11. ГОСТ 12.2.003-91 «ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности». [Электронный ресурс] URL: <http://docs.cntd.ru/document/901702428>

12. ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ «Электробезопасность». [Электронный ресурс] URL: <http://docs.cntd.ru/document/5200289>

13. ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. [Электронный ресурс] URL: <http://docs.cntd.ru/document/120013607>

14. ГОСТ 12.1.019-2017 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. [Электронный ресурс] URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200161238>

15. МР 2.2.7.2129-06 «Режимы труда и отдыха работающих в холодное время на открытой территории или в неотапливаемых помещениях» [Электронный ресурс] URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200047514>

16. ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ. «Средства защиты работающих. Общие требования и классификация» [Электронный ресурс] URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200000277>

17. РД 13.100.00-КТН-306-09 «Система организации работ по промышленной безопасности на нефтепроводном транспорте»

18. Правила противопожарного режима в РФ, утв. Постановлением Правительства РФ от 25.04.2012 №390;

19. СП 86.13330.2014. «Свод правил. Магистральные трубопроводы». [Электронный ресурс] URL: <http://docs.cntd.ru/document/550965735>

20. Производственная вибрация и её воздействие на человека. [Электронный ресурс] URL: https://studopedia.ru/8_106539_proizvodstvennaya-vibratsiya-i-ee-vozdeystvie-na-cheloveka.html

21. Нормативы и правила охраны труда при работе за компьютером [Электронный ресурс] URL: <http://kadriuem.ru/ohrana-truda-pri-rabote-za-kompjuterom/>

22. «ТОИ Р-45-084-01. Типовая инструкция по охране труда при работе на персональном компьютере» (утв. Приказом Минсвязи РФ от 02.07.2001 N 162). [Электронный ресурс] URL: <https://legalacts.ru/doc/toi-r-45-084-01-tipovaja-instruktsija-po-okhrane-truda/#100058>