

Министерство науки и высшего образования 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 подбор электроцентробежного насоса согласно нормативной документации» |

УДК 621.65.03:622.333.012.2-776.6

Студент

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|---------------------------|---------|------|
| 3-4E41 | Каукенов Нуржан Сакенович | | |

Руководитель ВКР

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

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|----------------------------|-----------------|---------------------------|---------|------|
| Профессор ОСГН ШБИП ТПУ | Трубникова Н.В. | д.и.н., доц. | | |

По разделу «Социальная ответственность»

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|----------------------------|------------------|---------------------------|---------|------|
| Ассистент ООТД ШБИП ТПУ | Черемискина М.С. | | | |

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Томск 2019 г.

Планируемые результаты обучения ООП

| Код Результ ата | 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 деятельности, осведомленность в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на нефтегазовых производствах. | Требования ФГОС (ОК-2; ОК-3; ОК-5; ПК-5), Критерий 5 АИОР (п. 5.2.12; п. 5.2.14), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> |
| P6 | Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на предприятиях машиностроительного, нефтегазового комплекса | 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> |

| | | |
|-------------------------------------|---|--|
| | и в отраслевых научных организациях. | |
| 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-восстановительные работы на производственных участках предприятия. | Требования ФГОС (ПК-2; ПК-4; ПК-16), Критерий 5 АИОР (п. 5.2.7, п. 5.2.8), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> |
| P10 | Умение проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов, применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий. | Требования ФГОС (ПК-18), Критерий 5 АИОР (п.5.2.4, п. 5.2.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> |
| P11 | Умение проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий нефтегазового производства. | Требования ФГОС (ПК-6; ПК-12; ПК-14; ПК-15; ПК-24), Критерий 5 АИОР (п.5.2.3; п. 5.2.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> |
| P12 | Умение применять стандартные методы расчета деталей и узлов машиностроительных изделий и конструкций, выполнять проектно-конструкторские работы и оформлять проектную и технологическую документацию соответственно стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам, в том числе с использованием средств | 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> |

| | | |
|-----|--|--|
| | автоматизированного проектирования. | |
| 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 <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> |
| 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 <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> |

Министерство науки и высшего образования 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

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 |
|--------|------------------------------|
| 3-4E41 | Кауленову Нуржану Сакиновичу |

Тема работы:

| | |
|---|-----------------------|
| «Расчет и подбор электроцентробежного насоса согласно нормативной документации» | |
| Утверждена приказом директора (дата, номер) | №1007/с от 08.02.2019 |

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

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

| | |
|---|---|
| <p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p> | <ul style="list-style-type: none">- предприятие АО «АрселорМиттал Темиртау» шахта имени И.А. Костенко;- участок водоотлив главная водоотливная установка горизонта минус 100;- режим работы непрерывный;- откачка воды электроцентробежными насосами;- особые требования к эксплуатации в подземных условиях, безопасность при техническом обслуживании насосных установок; |
|---|---|

| | |
|--|--|
| <p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p> | <ul style="list-style-type: none"> - исследование потребностей предприятия; - изучение литературы про ЦНС; - расчет и подбор более мощного насоса ЦНС; - составление конструкторской документации главной водоотливной горизонта минус 100; - подобран насос типа ЦНС 300 – 650 |
| <p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Схема насосной камеры – горная часть; 2. Уточненная схема расстановки оборудования; 3. Схема гидравлическая водоотливной установки; 4. Схема электрическая водоотливной установки. |
| <p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p> | |
| <p style="text-align: center;">Раздел</p> | <p style="text-align: center;">Консультант</p> |
| <p style="text-align: center;">«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»</p> | <p style="text-align: center;">Трубникова Н.В.</p> |
| <p style="text-align: center;">«Социальная ответственность»</p> | <p style="text-align: center;">Черемискина М.С.</p> |

| | |
|--|--|
| <p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p> | |
|--|--|

Задание выдал руководитель:

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

Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|---------------------------|---------|------|
| 3-4E41 | Каукенов Нуржан Сакенович | | |

Министерство науки и высшего образования 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 2018/2019 учебного года

Форма представления работы:

| |
|---------------------|
| бакалаврская работа |
|---------------------|

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

| | |
|--|--|
| Срок сдачи студентом выполненной работы: | |
|--|--|

| Дата контроля | Название раздела (модуля) / вид работы (исследования) | Максимальный балл раздела (модуля) |
|---------------|---|------------------------------------|
| 01.04.2019 | Введение | 15 |
| 10.04.2019 | Обзор литературы | 20 |
| 19.04.2019 | Расчётная часть | 20 |
| 21.05.2019 | Финансовый менеджмент | 15 |
| 09.05.2019 | Социальная ответственность | 15 |
| 17.05.2019 | Заключение | 15 |

Составил преподаватель:

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

СОГЛАСОВАНО:

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

Реферат

Выпускная квалификационная работа выполнена в программе Microsoft World 2010. Объем работы составляет 97 страниц, 9 иллюстраций, 24 таблицы, 4 конструкторских чертежа и 28 использованных источников.

Ключевые слова: электроцентробежные насосы типа ЦНС, эксплуатация, техническое обслуживание, безопасность при выполнении работ, монтаж, диагностика оборудования, правила техники безопасности в угольных шахтах, опасных по газу и пыли

Объектом исследования является предприятие АО «АрселорМиттал Темиртау» шахта имени И. А. Костенко главная водоотливная установка горизонта минус 100 предназначенная, для откачки шахтной воды по магистральному трубопроводу вверх на поверхность в промышленную площадку очистных сооружений шахты.

Цель работы – является подбор электроцентробежного насоса согласно нормативной документации предприятия АО «АрселорМиттал Темиртау» шахты имени И. А. Костенко.

В процессе исследования проводились гидравлические расчеты, произведен подбор электроцентробежного насоса от условий нормативной документации предприятия АО «АрселорМиттал Темиртау», осуществлен подбор магистральных труб для откачки воды вверх, подобран электродвигатель для насоса ЦНС.

В результате исследования подобран электроцентробежный насос марки ЦНС 300-650, подобран тип и марка нагнетательного трубопровода диаметром 219 миллиметров.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: насос ЦНС 300-650 подача 300 м³/ч, напор 650 метров, мощность двигателя 800 кВт тип ВАО 630 М4, тип нагнетательного трубопровода по ГОСТ 8732-78 трубы стальные бесшовные горячедеформированные диаметром 219 миллиметров.

Степень внедрения: центробежные насосы типа ЦНС применяются на всех шахтах угольного департамента «Арселор Миттал Темиртау»

Область применения: насосы типа ЦНС разрешены к эксплуатации на шахтах, опасных по газу и пыли в Республики Казахстан в Карагандинской области, государственной инспекцией Республики Казахстан.

Экономическая эффективность: эксплуатация центробежных насосов на угольных шахтах в Карагандинской области показала, что технические характеристики насосов соответствуют безопасности при обслуживании оборудования. Насосные установки экономичны и надежны.

В будущем планируется на всех шахтах предприятия АО «АрселорМиттал Темиртау» произвести модернизацию всего насосного оборудования, на новое современное отвечающее всем стандартам качества и безопасности эксплуатации.

Определения

АВВ – автоматический выключатель взрывобезопасный предназначен для защиты электрических установок от токов короткого замыкания, для оперативного включения, отключения электрических цепей.

Взрывонепроницаемость оболочки – вид защиты электрооборудования, который исключает передачу взрыва, воспламенение метановоздушной среды. Оболочки должны выдерживать давление взрыва.

Водосборник – предназначен для сбора жидкости со всех горных выработок.

Главный водоотлив – в основном находится в камере околоствольного двора для откачки воды из всей шахты на поверхность. Включает в себя сеть водоотводных канавок, насосные камеры, водотрубные ходки.

КРУВ6 – комплексное распределительное устройство высокого напряжения используется для распределения электроэнергии в сетях с изолированной нейтралью напряжением 6000 Вольт.

Электродвигатель асинхронный с короткозамкнутым ротором – устройство роль, которого заключается в преобразовании электрической энергии в механическую энергию.

Обозначения и сокращения

- АД – асинхронный двигатель;
- АПШ – агрегат пусковой шахтный;
- АТС – автоматическая телефонная станция;
- КД – конструкторская документация;
- КПД – коэффициент полезного действия;
- КГЭШ – кабель гибкий экранированный шахтный
- НД – нормативная документация;
- ОКД – околоствольный двор
- ПЛА – план ликвидаций аварий
- ПС – подстанция;
- ПУЭ – правила устройства электроустановок;
- РТС – ручная телефонная связь;
- РЭ – руководство по эксплуатации;
- СБН – Свинцовый бронированный кабель негорючий.
- ТКШВП – шахтная подстанция с заполненным кварцевым песком.
- ТП – трансформаторная подстанция;
- ТСВП – шахтная подстанция понижающая
- ТУ – технические условия;
- ЦНС – центробежный насос для перекачки жидкой среды
- ЦОС – центральный отнесенный ствол
- ШАТС – шахтная автоматическая связь;

Оглавление

| | |
|---|----|
| Введение..... | 14 |
| 1. Обзор литературы..... | 16 |
| 1.1 История создания и развития насосов..... | 16 |
| 1.2 Производство электроцентробежных насосов..... | 18 |
| 1.3 Конструкция электроцентробежного насоса..... | 25 |
| 1.4 Характеристика, классификация и область применения..... | 28 |
| 1.5 Эксплуатация и монтаж насосов типа ЦНС..... | 29 |
| 1.6 Техническое обслуживание..... | 34 |
| 1.7 Защита насосного оборудования..... | 35 |
| 1.8 Безопасность при обслуживании и эксплуатации..... | 36 |
| 1.9 Хранение и транспортировка..... | 37 |
| 2. Объект исследования..... | 38 |
| 2.1 Сведение о компании..... | 38 |
| 2.2 Краткие сведения о предприятии..... | 39 |
| 2.3 Сведение о главной водоотливной установке..... | 42 |
| 2.4 Характеристика водоотливных установок..... | 44 |
| 2.5 Оборудование главной насосной камеры горизонта минус 100..... | 46 |
| 3. Расчетная часть..... | 49 |
| 3.1 Расчет и подбор электроцентробежного насоса..... | 49 |
| 3.2 Расчет и выбор трубопровода..... | 52 |
| 3.3 Расчет потерей напора в трубопроводе..... | 55 |
| 3.4 Определение рабочего режима водоотливной установки..... | 57 |
| 3.5 Мощность двигателя и расход энергии..... | 57 |
| 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение..... | 62 |
| 4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведение научных исследований с позиций ресурсоэффективности и ресурсосбережения..... | 62 |
| 4.2 Анализ конкурентных технических решений..... | 63 |
| 4.3 Технология QuaD..... | 65 |

| | |
|--|----|
| 4.4 SWOT – анализ..... | 67 |
| 4.5 Планирование научно – исследовательских работ..... | 67 |
| 4.6 Бюджет научно – технического исследования (НТИ)..... | 71 |
| 4.7 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной, экономической эффективности исследования..... | 77 |
| 5. Социальная ответственность..... | 84 |
| 5.1 Правовые и организационные вопросы в области безопасности труда рабочих подземной группы..... | 84 |
| 5.2 Производственная безопасность..... | 86 |
| 5.3 Экологическая безопасность..... | 91 |
| 5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях..... | 93 |
| Заключение..... | 95 |
| Список используемых источников..... | 96 |

Введение

Развитие отечественного производства насосов является одной из приоритетных отраслей машиностроения. После распада СССР отечественное машиностроение насосного оборудования было сильно устаревшим и не соответствовало нарастающим техническим характеристикам и росту производства в стране. Нужна была замена старого оборудования на новое, со временем были внедрены новейшие технологии: компьютеризация, электроника, компьютерное программирование насосов для определенных параметров, расчеты и выбор оптимального варианта работы были усовершенствованы, прочностные характеристики были улучшены с применением качественных материалов и были внедрены на наши производства.

На предприятии опасных по внезапным выбросам угля и газа. К эксплуатируемым насосам марки ЦНС, предъявляются строгие требования и повышенные меры безопасности, при эксплуатации, техническом обслуживании и защите окружающей среды от загрязнений рудничными водами. Требования учитываются при создании и модернизации новых насосных агрегатов.

Параметры шахтных насосов определены действующими ГОСТами и техническими условиями.

Для правильной оценки эксплуатационных возможностей шахтных насосных установок и их технико – экономических характеристик, показаны условия эксплуатации при откачке пресных, кислотных, щелочных и радиоактивных вод.

На основе опыта эксплуатации и исследования режимов насосов в различных горно – рудных бассейнах, а также опыта работы по проблеме водоотлива кафедры «Горные машины и горная электромеханика» Московского Государственного Открытого Университета (бывший ВЗПИ). Выполнены расчеты и представлены некоторые технико – экономические показатели работы наиболее ответственных шахтных высоконапорных насосов,

получившие все большее распространение в связи с переходом на глубокие горизонты. Сотрудники кафедры «Горные машины и горная электромеханика» А.П. Батаногов, Д.Е. Панин, П.И. Солтанов.

При проектировании предприятия в 1934 года были заложены характеристики того времени и на некоторое время вперед, так как глубина горизонтов растет и длина выработок соответственно тоже, увеличивается и водоприток в главную водоотливную установку со всего шахтного поля.

С каждым годом водоприток растет и параметры насосов не справляются с нагрузкой. Приходится менять насосы на более мощные по производительности, техническим характеристикам и нормативной документации.

В данной бакалаврской работе была рассмотрена история создания и развития насосов ЦНС, производство, конструкция, характеристика и области применения насосов, а также эксплуатация и монтаж насосов, техническое обслуживание, защита двигателя, безопасности при обслуживании и эксплуатации. Приведены сведения о предприятии, главной водоотливной установке, оборудовании, гидрогеологической характеристике шахтного поля.

В главе финансовый менеджмент ресурсоэффективность и ресурсосбережение проведена оценка конкурентоспособности технических решений, выполнен SWOT анализ, определена оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности установки электроцентробежных насосов на предприятии АО «АрселорМиттал Темиртау» шахты имени И.А. Костенко.

В главе социальная ответственность описаны правовые и организационные вопросы в обеспечения безопасности. Выявлен анализ вредных и опасных факторов производственной среды. Рассмотрены вопросы в области экологической безопасности и безопасности в чрезвычайных ситуациях.

В перечень конструкторской документации приведены: схема расстановки оборудования, гидравлическая схема, электрическая схема и схема насосной камеры.

1. Обзор литературы

1.1 История развития и создания насосов

Изобретение насосов уходит далеко в древность, насосные установки были сконструированы во времена древней Греции. С помощью водоподъемных машин, основанных на использовании человеческой энергии и животных, производилась откачка воды рисунок 1.

Работы итальянца Леонардо да Винчи навели его на создание, в 1667 году насоса Бланкино. Использование центробежной силы жидкости, вращающейся по криволинейному каналу для подачи ее на определенную высоту, в виде пар вращающихся на общей раме наклоненных трубок, нижние концы которых положены в жидкость, а верхние установлены над круглой емкостью, куда вытекает вода. В Италии Жордан в XVII века придумал чертеж аналогичного насоса. Француз ученый Дени Попен соорудил насос схематичной установки, использовал воздуходувку для подачи воды. Спустя некоторое время модернизировал механизм и создал насос, был применен спиральный кожух с нарастающим по направлению вращением сечения.

Первое изобретение, сооруженное из дерева, насчитывало десять искривленных лопастей, относится к V веку. В 1772 году в Сан-Доминго (Португалия) обнаружено при археологических раскопках на медном руднике.

Одними из основоположников современной гидромеханики открыватели и ученые Даниила Бернулли, Леонард Эйлер, Исаак Ньютон, Блез Паскаль, Рейнольдс, Михаил Ломоносов и другие внесшие неоценимый вклад в гидравлику. [12]

В Англии соорудили насосную установку для поднятия жидкости в руднике в 1805 году, был применен паровой цилиндр с конденсацией пара, приводящей для создания нужной силы на штоке - атмосферное давление.

Распространение насосных агрегатов начинается в горно – рудной промышленности на Алтае в России. Фролов К.Д. сконструировал ряд насосных агрегатов для шахтного водоотлива. Оригинальные образцы конструкций насосов, широко применялись и его учениками на Алтае и Урале.

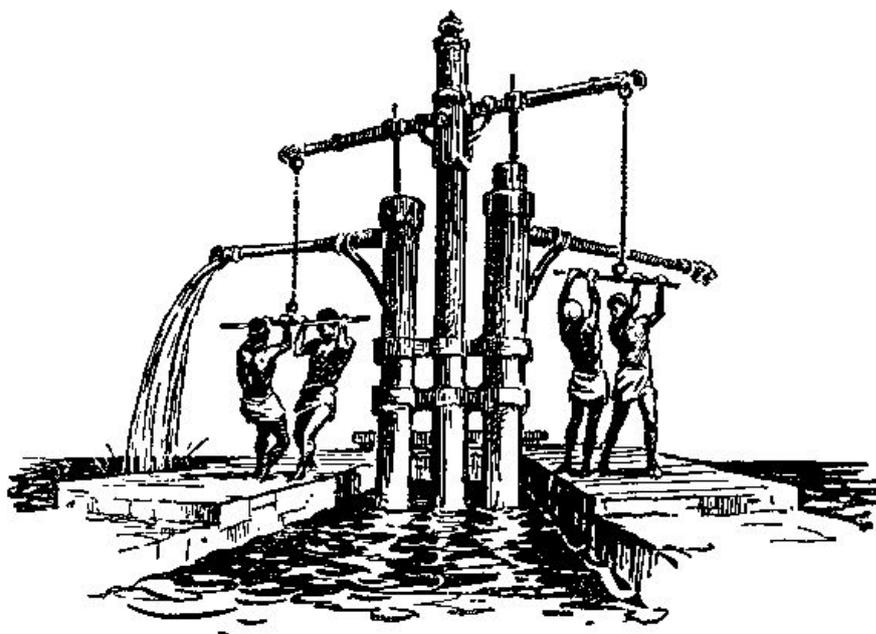


Рисунок 1 – Откачка воды в древней Греции

Конструкция одноколесного центробежного насоса была осуществлена Андревсом в 1818 году в США. Улучшена и модернизирована в 1846 году. Его работы привели к созданию многоступенчатого центробежного насоса запатентованной в 1851 году.

В 1875 году Рейнольдс изучил многоступенчатый насос, модернизировал его, дополнив направляющие, лопатные аппараты, прямой и обратный, запатентовал эту конструкцию в 1875 году.

Инженер Саблуков А.А в России в 1838 году, изобрел центробежный насос. Использование электродвигателей трехфазного переменного тока, который придумал русский ученый В.О. Доливо – Добровольский (1888-1889 год), дало толчок к развитию электроцентробежных насосов.

В центробежном насосе передача энергии жидкости осуществляется от лопаток рабочих колес, вращающихся в корпусе насоса. Жидкость, поступающая в рабочее колесо по всасывающей трубе, увлекается его лопатками и подвергается действию центробежной силы, что и обуславливает ее подачу в нагнетательный трубопровод.

В восемнадцатом веке в США на одном из заводов по чертежам Папена был выпущен насос с прямыми лопастями и открытым рабочим колесом.

На американской фирме «BlakeCo» был осуществлен выпуск вертикального насоса с полуоткрытым рабочим колесом. В дальнейшем была выпущена статья на тему конструирования насосов и в ней имелась значимость угол и кривизна лопаток рабочего колеса, одно из наиважнейших факторов при конструировании насосных агрегатов. Джон Кобс редактор и автор статьи.

Буквально через год Уильям Эндрюс выпустил насос с закрытым рабочим колесом и спиральной. У Джона Эппольда уходит время, для изобретения лучшей формы рабочего колеса.

В Лондоне были продемонстрированы несколько экземпляром электроцентробежных насосов. Двухстороннее рабочее колесо с загибающимися лопатками технически оснащенный, по тому времени насосный агрегат. Производительность 68 процентов. Спустя некоторое время Джеймс Томпсон конструировал модель с равномерным профилированием спирального отвода с выходящим коническим патрубком.

Развитие гидравлики за последние десятилетия характеризуется нарастающим насыщением ее разделов теоретическими построениями и проникновением в нее новейших идей гидромеханики.

1.2 Производство электроцентробежных насосов

Насосами – именуется устройство, для осуществления напорного потока жидкой среды. Поток создается в процессе силового влияния на жидкость в проточной полости или в рабочей камере насоса. В процессе работы насос трансформирует механическую энергию, подводимую от двигателя в потенциальную, кинетическую, тепловую энергию потока жидкости или газа.

Основными параметрами характеризующую работу насоса всех типов является: напор, подача, КПД, мощность.[13]

Перед началом работы насоса корпус должен быть залит водой. При вращении рабочего колеса жидкость, залитая в насос, увлекается лопатками во вращательное движение и под действием центробежных сил перемещается от центра к периферии. Вследствие этого на входе в насос создается разрежение,

под действием которого вода из всасывающего патрубка непрерывно подсасывается в насос. Необходимость заливки насоса водой перед пуском объясняется тем, что разрежение, создаваемое при вращении рабочего колеса в воздушной среде, недостаточно для подъема воды к насосу, на рисунке 2 представлена схема работы одноступенчатого центробежного насоса.

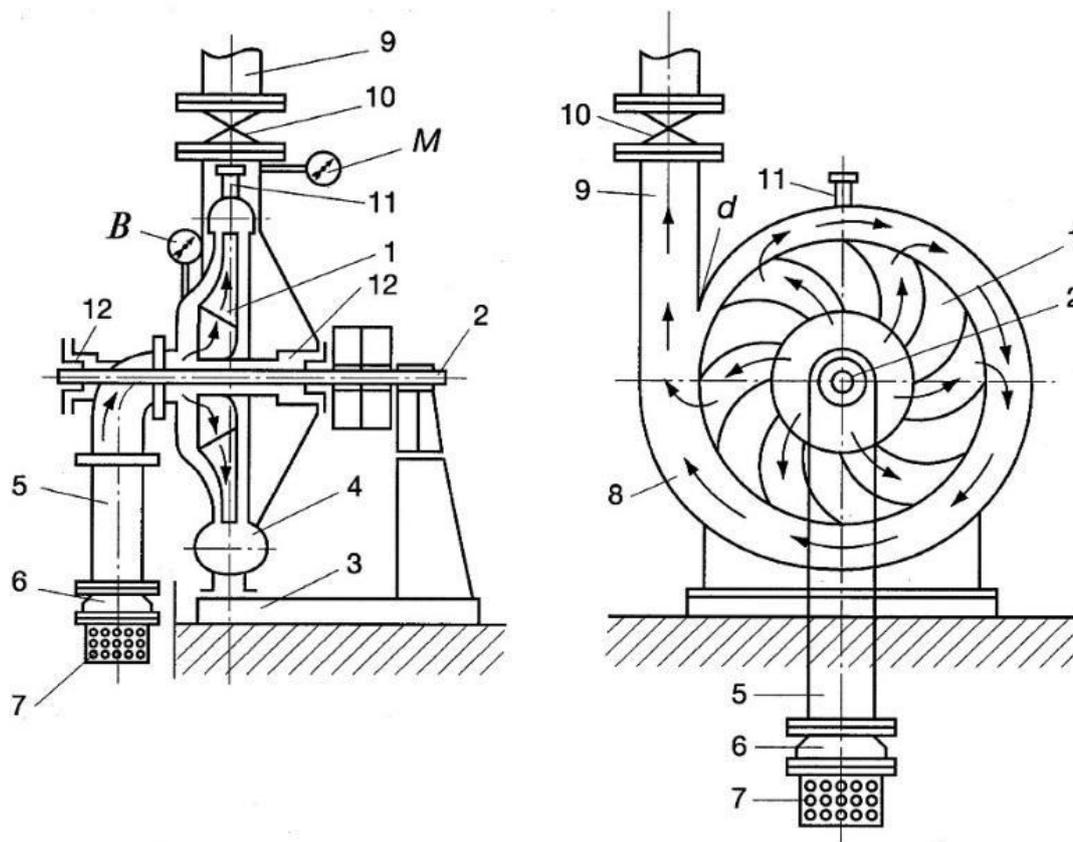


Рисунок 2 – Схема одноступенчатого центробежного насоса

1. Рабочее колесо; 2. Вал; 3. Опорная плита; 4. Корпус; 5. Всасывающая трубка; 6. Обратный клапан; 7. Фильтрующая сетка; 8. Спиральная камера; 9. Нагнетательная труба; 11. Задвижка; 12. Сальниковое уплотнение; В – вакуумметр; М – Манометр.

Главным рабочим элементом насоса является: рабочее колесо 1 с лопатками 6. Основная функция рабочего колеса – передача энергии от вала к жидкости.

Рабочее колесо состоит из двух дисков, один диск одет на вал, второй соединен с первым диском лопатками, и имеет входное отверстие. Рабочее

колесо, жестко посаженное на приводной вал. Герметичный корпус насоса, состоит из подвода (всасывающего патрубка) спирального отвода, с напорным патрубком. При вращении рабочего колеса заполненного жидкостью в корпусе его лопасти перемещаются в жидкости, оказывая на нее силовое воздействие своей набегающей стороной. Лопать рабочего колеса можно представить в виде бесконечного множества последовательно соединенных плоских пластин, перемещающихся в жидкости и генерирующих при своем движении тангенциальные усилия, направленные вдоль профиля лопасти от входа в межлопастной канал к выходу из него. Возникающее на поверхности контакта с лопастью тангенциальное движущее усилие через силы вязкости передается всему объему жидкости, находящейся в межлопастном канале.[17]

В результате силового воздействия лопасти на жидкость давление на передней (набегающей) ее стороне увеличивается, а на обратной стороне уменьшается. Обладая свойством текучести, жидкость всегда стремится переместится из зон высоких давлений (энергий) в зоны малых давлений. Помимо силового воздействия лопастей рабочего колеса жидкость, находящаяся в межлопастных каналах и вращающаяся вместе с рабочим колесом, испытывает также действие центробежных сил, направленных от оси вращения периферии рабочего колеса. Поэтому вход в рабочее колесо центробежного насоса всегда располагается у оси вращения, а выход – по периферии рабочего колеса.

Таким образом, рабочий процесс лопастного насоса в общем случае определяется двумя видами сил: силами вязкостного взаимодействия вращающегося лопастного колеса с жидкостью (силами трения) и центробежными силами.

Различают следующие виды скорости движения жидкости:

- скорость переносного движения (окружная скорость) и направленная в сторону вращения колеса, по касательной к окружности;

- скорость движения частиц жидкости относительно лопаток рабочего колеса направленную по касательной к лопаткам скорость относительного движения ω ;
- скорость абсолютного движения \mathcal{Q} , которая является суммой векторов окружной и относительной скоростей: $\vec{u} = \vec{\omega} + \vec{\omega}$

На рисунке 3 представлены формы лопаток рабочего колеса.

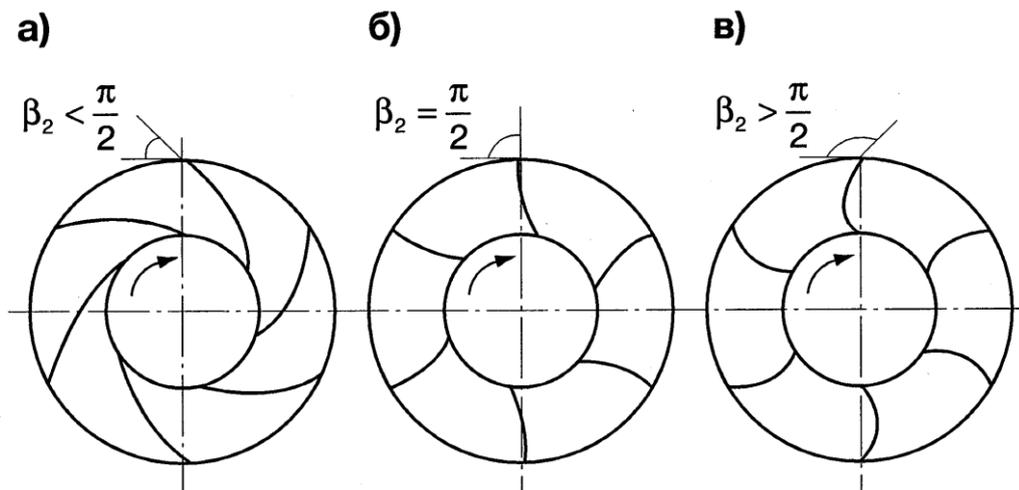


Рисунок 3 – Форма лопаток рабочего колеса

А) Отогнутые назад $\beta_2 < 90^\circ$, Б) радиальные $\beta_2 = 90^\circ$, В) загнутые вперед $\beta_2 > 90^\circ$.

С увеличением угла установки лопастей на выходе из рабочего колеса, (по мере перехода от лопаток загнутых назад к лопаткам радиальным и загнутым вперед). Напор насоса увеличивается при одних и тех же размерах, частоте вращения и расходе. Насос реализует более высокие напоры, достигаются за счет увеличения абсолютных скоростей жидкости на выходе из межлопастного канала, за счет динамической составляющей.

Центробежные насосы, имеют лопасти цилиндрического профиля, изогнутые только в плоскости, перпендикулярной оси вращения рабочего колеса. В настоящее время в насосах для чистой воды угол установки лопасти на выходе принимают не более 20 – 35 градусов.

Рабочие колеса центробежного насоса бывают: открытого, закрытого, полузакрытого типа представленные на рисунок 4.

Открытое рабочее колесо – применяется, если рабочая жидкость имеет твердые примеси, но имеет маленький КПД не более 40%;

Полузакрытое рабочее колесо – применяется при перекачивании загрязненных жидкостей и низкокислотную жидкость;

Закрытое рабочее колесо – характеризуются высоким КПД и напором жидкости, применяется при перекачивании чистой и мало загрязненной жидкости.



Рисунок 4 – Рабочие колеса центробежного насоса

На качество и эффективность работы насоса влияет количество лопастей.

Форма лопастей бывает:

- криволинейная;
- цилиндрическая;
- сложная пространственная форма.

В таблице 1 представлены и описаны типы рабочих колес.

Таблица 1 – Типы рабочих колес различной быстроходности

| Параметры рабочих колес | Насосы | |
|----------------------------------|----------------|----------------------------|
| | центробежные | |
| | тихоходные | нормальные |
| Коэффициент быстроходности n_s | 50 - 90 | 80 - 300 |
| Удельная частота вращения n_s | 13 - 25 | 20 - 80 |
| Соотношение размеров D_2 / D_0 | 3,0 – 2.5 | 2,5 – 1,4 |
| Форма лопаток | Цилиндрическая | Двойной кривизны на входе; |

| | | |
|--|--|--------------------------------|
| | | Цилиндрическая на выходе |
|--|--|--------------------------------|

Примечание: 1. D_0 диаметр горловины рабочего колеса; в тихоходных центробежных насосах $D_0 = D_1$ (D_1 внутренний диаметр рабочего колеса), в остальных насосах $D_0 > D_1$.

На приводном валу центробежного насоса может последовательно соединено нескольких изолированных друг от друга рабочих колес (ступеней), установленных в общий неподвижный корпус. Жидкость поступает через них последовательно, эти насосы носят название многоступенчатые и предназначены для получения высокого давления на выходе. Если у каждого из колес жидкость проходит через них параллельно потоками имеет свой вход и выход такие насосы именуется многопоточными или многоступенчатые и служат для получения больших подач.

Главными преимуществами многоступенчатых агрегатов является высокая производительность и напор, что позволяет использовать их в качестве напорных в более масштабных агрегатах.

Принцип работы многоступенчатых электроцентробежных насосов. В многоступенчатом насосе жидкость попавшее в каждое колесо перемещается к центру периферии, создает лишь часть полного напора при полной подаче. Напор в таком насосе увеличивается ступенями, что позволяет увеличивать его в сравнении с одноступенчатым насосом во столько раз, сколько имеется ступеней.

Простота конструкции изделия малочувствительна к перекачиванию загрязненной и вредной жидкой среды, отсутствие торцовых допусков и трущихся металлических пар и не сложные способы регулирования работы насоса облегчают автоматизацию.

Электроцентробежный насос имеет центробежный секционный электронасос с горизонтальной ориентацией. Как рабочий орган в таких агрегатах применяется многоступенчатое рабочее колесо. Секционным

устройство называется потому, что его рабочая камера выполнена в виде нескольких последовательных секций. Все колеса агрегата последовательно соединенные и установленные на один вал, приводятся в движение двигателем. Зазоры между валом и рабочей камеры защищены сальниковым уплотнением. В некоторых моделях имеется торцевое уплотнение. На рисунке 5 представлено устройство многоступенчатого электроцентробежного насоса.



Рисунок 5 – Устройство многоступенчатого электроцентробежного насоса

Электродвигатель на основе установлен отдельным блоком. При конструировании электроцентробежных насосов применяется чугун марки СЧ 20, серый чугун применяется в отечественном машиностроении и стали марки: 35Л среднеуглеродистая литейная с содержанием углерода 0,35% и сталь 40Х конструкционная легированная с содержанием углерода 0,40% и 1,5% хрома. Присутствие хрома в стали выдержит некоторое воздействие влаги и химических веществ, но антикоррозийными свойствами не обладает.

Ротор внутри камеры движется за счет подшипников качения. Бывают подшипники с масляным и водным охлаждением.

Некоторые сконструированные модели имеют два типа регулировки температуры.

1.3 Конструкция электроцентробежного насоса.

Многоступенчатый центробежный насос состоит из главных деталей:

- электромотор;
- соединительная муфта;
- полностью в сборе ротор;
- рабочее колесо;
- подшипниковые узлы;
- корпус насоса;
- входной и выходной патрубков;
- направляющий аппарат;
- уплотнительные элементы;
- сальниковые и торцевые уплотнения;
- корпус;
- стяжные и крепежные болты.

На рисунке 6 представлен общий конструктивный вид многоступенчатого электроцентробежного насоса.

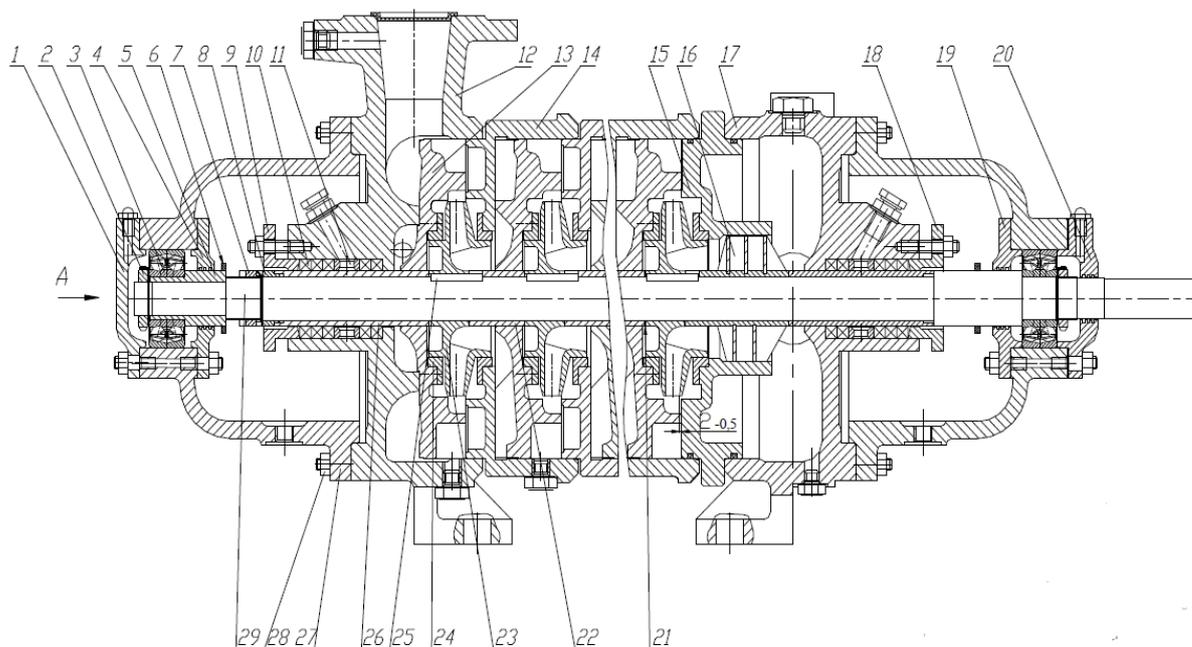


Рисунок 6 – Общий конструктивный вид центробежного насоса

1 – крышка подшипника; 2 – стопорная шайба; 3 – подшипник; 4 – крышка подшипника; 5 – втулка; 6 – отбойник; 7 – гайка; 8 – втулка; 9 – крышка сальника; 10 – сальниковая набивка; 11 – кольцо сальника; 12 – нагнетательный патрубок; 13 – направляющий аппарат; 14 – диафрагма; 15 – проставка; 16 – втулка; 17 – всасывающий патрубок; 18 – крышка сальника; 19 – крышка подшипника; 20 – крышка подшипника; 23 – втулка; 21 – кольцо; 22 – втулка; 23 – рабочее колесо; 24 – уплотнительное кольцо; 25 – шпонка; 26 – втулка защитная; 27 – кронштейн; 28 – гайка крепящая кронштейн; 29 – вал.

Основные факторы многоступенчатого центробежного насоса, определяющих конструкцию:[18]

- расположение ступеней;
- количество ступеней;
- герметичность фланцевых заслонов;
- утечки между ступенями через зазоры уплотнений колес и промежуточных условий;
- минимальные утечки через гидропупу, концевые уплотнения ротора насоса и надежная работа;
- температурные расширения некоторых частей ротора корпуса;
- защита насоса от температурных расширений;
- работа без кавитационных явлений;
- материалы деталей насоса из нержавеющей стали, защита от износа; коррозии и неблагоприятной среды;
- надежная работа и качество насосного агрегата;
- упрощенная сборка и монтаж насосной установки;
- безопасность при техническом обслуживании насоса.

Регулирование и изменение режимов работы насосной установки.

В процессе работы существует разные варианты регулировки насосных:

- корректировка свойств сети;
- перепуск жидкости из напорной линии во всасывающую;

- впуск воздуха во всасывающий трубопровод;
 - изменения частоты вращения рабочего колеса насоса;
 - изменение геометрии проточных каналов насоса;
 - изменение кинематики потока на входе в рабочее колесо;
1. Дроссельное регулирование – дроссельное регулирование задвижкой установленной на напорной линии насоса заключается в установки добавочного сопротивления от задвижки.
 2. Регулирование подачи насоса перепуском жидкости из напорной линии во всасывающую. Перепуск жидкости во всасывающий трубопровод улучшает кавитационные качества насоса, присутствие циркуляции снижает КПД системы, требует устройства дополнительной арматуры.
 3. Регулирование подачи впуском воздуха во всасывающий трубопровод, ограниченно изменяет подачу из – за резкого ухудшения кавитационных качеств насоса.
 4. Изменение частоты вращения рабочего колеса весьма экономичный метод.

Различают несколько видов переключения вращения рабочего колеса:

- изменение вращения рабочего колеса с применением электродвигателей постоянного тока, двигателей переменного тока с переключением обмотки на различное число пар полюсов;
- изменение частоты с применением гидромуфт и электромагнитной муфты скольжения;
- введением сопротивления (реостата) в цепь фазного ротора асинхронного электродвигателя переменного тока;
- изменение частоты тока ротора асинхронного двигателя;
- каскадное соединение (электромеханический каскад, электрический каскад);
- регулировка изменение проточных каналов;

1.4 Характеристика, классификация и область применения

В основе характеристик и конструктивных особенностей и отраслях применения электроцентробежные насосы подразделяются на несколько типов:

1. Числу колес – одноколесные, многоколесные;
2. Напору – низконапорные, средненапорные, высоконапорные;
3. Подводу воды к рабочему колесу – односторонний, двухсторонний;
4. Расположению вала – горизонтальные, вертикальные;
5. Конструкции корпуса – вертикальным и горизонтальным разъемом корпуса;
6. Тип приводного соединения с электродвигателем (шків, редуктор), соединяемые с двигателем при помощи муфты, моноблок – насос колесо установлено на конце вала двигателя;
7. Отводу жидкости – спиральные, турбинные;
8. По типу лопастного колеса – открытые, полузакрытые, закрытые;
9. Коэффициенту быстроходности – тихоходные, нормальной быстроходности, быстроходные.

Центробежные насосы классифицируют по некоторым признакам:

В таблице 2 приведена классификация электроцентробежных насосов.

1. Электроцентробежные секционные модели (ЦНС) и модель (ЦНСГ для горячей воды). Модели ЦНС перекачивают жидкость температурой, которая не превышает 45 градусов Цельсия с содержанием примесей, не превышающих 0,1 %. При этом размер каждой отдельной твердой частицы не должен превышать 0,1 мм. Используются для перекачивания воды из шахт, в водоснабжении домов, в производстве, возможно использование в качестве напора жидкости в пласты нефти. Насос ЦНСГ для горячей воды применяется в системах горячего водоснабжения при температуре не превышающей 105 градусов Цельсия.
2. Электроцентробежные насосы нашли применение в турбинах и турбогенераторах. Основной рабочий тип вещества – масло с температурой от 2 до 60 градусов Цельсия.
3. Насосы маркировкой с буквой «Н» в конце аббревиатуры. Используются исключительно при транспортировке нефти. Могут перекачивать обводненную,

газонасыщенную и сырую нефть. Температура вещества до 45 градусов. Объем взвеси, который содержит жидкость, не должен превышать 0,2 %.

4. Электронасосы секционные с обозначением буквы «П». Это категория эксплуатируется при работе с жидкостями, температура которых свыше 100 градусов Цельсия, а процент взвеси составляет не более 0,1 %. Эта модификация насосов рассчитана специально для паровых котлов, а также применяется в качестве установки повышения давления.

6. Насосы секционные типа «К». Установки применяются для перекачки кислотных вод с показателем pH до 6. Главная жидкость не должна превышать содержание 0,2 % взвеси, температурный диапазон от 1 до 40 градусов Цельсия.

Таблица 2 – Характеристика насосов типа ЦНС

| Показатель | ЦНС | ЦНСг | ЦНСк | ЦНСн | ЦНСм |
|---|---------------------------|---------------------------|----------------------------------|---|--------------------------|
| Тип жидкости | нейтральная холодная вода | нейтральная горячая вода | кислотные воды с pH не менее 6,5 | нефтепродукты товарная нефть | масло турбинное |
| Температура жидкости, °С | от +1 до 45 °С | от +45 до +105 °С | от +1 до +40 °С | от -10 до +50 °С | от +2 до +60 °С |
| Плотность жидкости, кг/м ³ | до 1050 кг/м ³ | до 1050 кг/м ³ | до 1500 кг/м ³ | 700-1050 кг/м ³ | до 900 кг/м ³ |
| Массовая доля механических примесей, % | до 0,05% | до 0,1% | до 0,2% | парафина до 20% серы до 3,5% воды до 1% | 0,2% |
| Вязкость кинематическая, сСт | 100 сСт | 100 сСт | 300 сСт | 300 сСт | 20-23 сСт |
| Максимальный линейный размер примесей, мм | 0,2мм | 0,1мм | 0,2мм | 4мм | 0,2мм |

1.5 Эксплуатация и монтаж насосов типа ЦНС

Эксплуатация центробежных насосов

При эксплуатации электроцентробежного насоса следует дополнительно руководствоваться эксплуатационными документами на электрооборудование.

Центробежные насосы должны отвечать определенным критериям конструкции:

- механическим, гидравлическим качествам;
- герметичность и надежность эксплуатации в различных режимах работы;
- иметь защиту при малой нагрузке и от кавитации при небольшом подпоре;
- защита при превышении числа оборотов допустимого конечного давления;
- быть экономичным в эксплуатации;
- быть удобным в монтаже и демонтаже.

Центробежные насосы высоких давлений должны иметь хорошее качество рабочих поверхностей лопастных колес и отводящих устройств не ниже 5 – 6 класса чистоты.[18]

Детали насоса имеет высокий уровень точности изготовления, а уплотнения и рабочие органы насосов имеют малые допуски.

Подготовка насосов к работе заключается в проверке исправности технического состояния насосов и вспомогательного оборудования:

1. Осмотр наличия нужного оборудования и крепления;
2. Присутствие смазочного материала;
3. Состояние уплотнений и запорно – регулирующей арматуры;
4. Проверка приемного клапана с сеткой, который удерживает воду во всасывающем трубопроводе, насоса при заливке;
5. Регулировка задвижки на всасывающем трубопроводе ставится, когда насос находится ниже уровня воды;
6. Проверка вакуумметра, для определения всасывающей высоты;
7. Проверка манометра, для выявления напора развиваемым насосом;
8. Проверка обратного клапана на напорном трубопроводе предназначенного для не допущения, движения воды из трубопровода при отсутствии напряжения;

9. Осмотр задвижки на напорном трубопроводе предназначенного, для отключения насоса;

10. Осмотр предохранительного клапана нужен от гидравлического удара.

Заполнение корпуса насоса и всасывающего трубопровода перекачиваемой жидкостью осуществляется несколькими способами:

- вручную из напорного трубопровода;
- эжектором путем отсасывания воздуха.

При начале работы насоса следует закрыть задвижку на напорной линии и проверить, закрыты ли краны манометра и вакуумметра.

Проверяем сальниковые уплотнения, а при необходимости смазать, осмотреть подшипники на наличие масла в них и двигателе. Если сальники имеют гидроуплотнение, а подшипники водяное охлаждение, то нужно установить нормальную циркуляцию жидкости через эти узлы.

При запуске электродвигателя, открывают кран манометра. При полном разгоне оборотов, манометр будет показывать давление холостого хода, далее открывают кран вакуумметра и задвижку напорную. При закрытой задвижке допускается работа около 2 – 3 минут.

При открытой напорной задвижке пуск насоса возможен при наличии обратного клапана и средств, для гашения гидравлического удара.

В процессе работы насоса нужно следить за состоянием амперметра, вакуумметра, манометра, следить за температурой подшипников и смазочного материала к его поступлению, она не должна превышать паспортные данные примерно около (60 – 70градусов Цельсия), а также следить за уплотнения вала насоса, своевременно подтягивать сальники.

Контролировать рабочие параметры насоса – напор, мощность, подачу, температуру двигателя, давление.

При остановке насоса нужно медленно закрывать задвижки, если насос эксплуатируется в холодном помещении нужно следить, чтобы насос не оставался заполненным водой.

Монтаж центробежных насосов

Важным моментом использования центробежных секционных агрегатов является его установка на предприятии. Основой такого процесса является создание правильного бетонного фундамента, который будет поглощать часть вибрации и предотвратит разрушение стен и пола. Такая бетонная плита должна быть не менее чем в 1,5 раза больше веса самой модели, а края основания выходят за стальную плиту на 10 – 15 сантиметров. Устройство на плиту фиксируется при помощи резиновых прокладок и болтов. Причем болтами установку желательно фиксировать по всему периметру с шагом не менее 50 сантиметров.[21]

Впускной и выпускной патрубок, который подводится к агрегату, должен иметь такую конструкцию, которая предотвратит скопление воздуха на отдельных участках. Для этого весь трубопровод должен содержать минимальное количество углов 90 градусов, а также сечение канала должно быть точно под стать диаметру патрубка агрегата.

При креплении трубопровода деформация трубы вызывает коробление корпуса насоса и приводит к преждевременному износу и отказу насоса. Впускной и выпускной трубопроводы должны быть закреплены, для предотвращения деформации и вмятин должны быть использованы гибкие соединители. Тщательная центровка трубопровода позволяет избегать проблем, которые могут потребовать резки, пригонки, повторное сваривание. Хорошая конструкция системы опор передает нагрузку на пружинные подвески и кронштейны, которые не должны удаляться в течение срока службы. Система должна быть установлена от фланцев насоса далее к трубным опорам.

Самый частый производственный дефект трубопровода – это непараллельность поверхности фланцев. Именно он приводит к самой большой деформации трубопровода.

Правила монтажа:

1. Обеспечить необходимую высоту столба жидкости над всасывающим патрубком насоса.

Каждый центробежный насос требует определенного минимального давления жидкости, при котором не возникает проблем с кавитацией. Этому давлению соответствует необходимая высота столба жидкости над всасывающим патрубком насоса.

2. Снизить потери от трения.

Используя большой диаметр трубы для ограничения линейной скорости уровнем соответствующим особенностям прокачиваемой жидкости, можно понижать трение в трубе.

3. Никаких колен на фланце.

В колене поток всегда не равномерен, и когда колено установлено на всасывающей стороне любого насоса, это приводит к неравномерности потока в центре рабочего колеса, и может создать турбулентность и увлечение воздуха. Это может привести к повреждению рабочего колеса и появлению вибрации.

4. Ограничение поступления воздуха или пара во впускной патрубок.

Любая высокая отметка в пускном трубопроводе может быть заполнена воздухом или паром, которые будучи перенесены в рабочее колесо создадут эффект, подобный кавитации.

5. Правильная сборка трубопровода.

Фланцы трубопровода должны быть точно выровнены и отцентрированы прежде, чем будут затянуты болты; весь трубопровод, клапаны и фитинги должны иметь независимые опоры, а насос разгружен от любого механического напряжения. Напряжение, приложенное к корпусу насоса трубопроводом, снижает вероятность получения удовлетворительных рабочих характеристик.

6. Используйте правильные фитинги

Степень турбулентности или падения давления, производимые фитингами во впускном трубопроводе насоса, должны быть сведены к минимуму.

Шаровые клапаны не должны использоваться во впускном трубопроводе насоса из-за чрезмерной турбулентности и потерь на трение, которые они производят.

7. Соответствующий фундамент

Центробежные насосы, также как и большинство другого механического оборудования, порождают динамические силы, которые должны быть поглощены фундаментом.

1.6 Техническое обслуживание

Техническое обслуживание насосных установок осуществляют в соответствии с инструкцией по эксплуатации и системой планово – предупредительных ремонтов, утвержденной главным инженером предприятия. Инструкцию график ППР насосных агрегатов вывешивают в помещении насосной установки. Здесь вывешивают гидравлическую, электрическую, коммутационную схему насосной сети с обозначением числовых индексов насосных агрегатов, трубопроводов, трубных соединений, сигнализации и связи. Должен быть журнал приема сдачи смен обслуживающим персоналом, журнал ремонтного обслуживания насосных установок.

Наступление кавитации фиксируют по снижению напора, реализуемого насосом. Если понижение подачи насоса произошло вследствие засорения всасывающего трубопровода, то его легко определяют по появлению кавитационного шума в насосном агрегате и усилению вибрации.

На изменение напорной характеристики насоса существенное влияние оказывает износ его рабочего колеса и уплотнений всасывающей стороны. По мере гидроабразивного изнашивания уменьшается наружный диаметр рабочего колеса и углы установки лопастей на выходе из него, что обуславливает понижение напорной характеристики.

Кроме того, напорная и кавитационная характеристика насоса понижается из-за износа входных элементов лопастей и соответствующего увеличения динамических потерь напора при входе жидкости в рабочее колесо.

Износ уплотнений всасывающей стороны увеличивает перетоки жидкости с нагнетательной стороны на всасывающую, в связи с чем напорная характеристика насоса сдвигается в сторону меньших подач, обуславливая понижение напоров в рабочей зоне.[25]

Износ уплотнений всасывающей стороны насоса в ряде случаев регулировка или замена уплотнительных колец может оказаться достаточной для восстановления первоначальной характеристики насоса. Необходимо уделять внимание качеству сборки уплотнительных узлов при ремонте насосов.

Причиной внезапного понижения давления и увеличения мощности, потребляемой насосом, является нарушение герметичности трубопроводного става. Поэтому обслуживающий персонал должен постоянно следить за режимом работы насосного оборудования. Необходимо обеспечение контрольно измерительной аппаратурой.

1.7 Защита насосного оборудования

Существует несколько защит электроцентробежного насоса:

1. Автоматическая защита насоса

Автоматика защиты насоса отключает электропитание в случае возникновения недопустимого режима эксплуатации способного повредить насос. Ниже приведен минимальный перечень защиты насосов.

2. Защита от сухого хода

Сухой ход приводит к быстрому износу сальника и перегрузке электродвигателя. Защита насоса от сухого хода прекращает подачу питания на мотор насоса, если давление во всасывающем патрубке опустилось ниже минимального значения из условий заполнения насоса жидкостью или без кавитационной работы. Реализуют защиту насоса от сухого хода, установкой вблизи всасывающего патрубка, датчика реле давления, который при снижении давления относительно заданного значения разомкнёт контакт магнитного пускателя. В насосах, забирающих воду из открытых резервуаров, защита от сухого хода может быть реализована установкой датчика уровня или поплавкового выключателя.

3. Тепловая защита

Перегрузка электродвигателя насоса возможна при блокировке вала, во время работы с подачей, превышающей допустимый предел или при сухом ходе.

Тепловая защита прекращает подачу питания на двигатель насоса и зачастую предусмотрена стандартной комплектацией.

Тепловая защита насоса реализуется установкой в цепи питания электродвигателя плавких предохранителей.

4. Защита от перекоса фаз

Защита насоса от перекоса фазных напряжений необходима только для моделей с трёхфазным подключением. Защита прекращает подачу питания на электродвигатель, при перекосе фазных напряжений и реализуется установкой в щите управления реле контроля фаз.[24]

1.8 Безопасность при обслуживании и эксплуатации насосов ЦНС

Перед пуском слесарь должен убедиться в исправном состоянии электродвигателя и насосной установки, систем автоматики, защитных кожухов и предохранительных устройств.

Наличие средств пожаротушения – это песок, огнетушители, противопожарный инвентарь. Выполнение работ по наладке, ремонту насосной установки во включенном состоянии запрещается.

Все движущиеся и вращательные детали должны иметь специальный защитный кожух, установлены оградки, переходной мостик.

Освещение насосной камеры должно соответствовать требованию по ТБ, для безопасного выполнения работ. Должно быть установлено заземление не менее 0,1 Ом. Установлены предупреждающие знаки и защитные средства.

Важным моментом использования центробежных секционных агрегатов является его установка на предприятии. Основой такого процесса является создание правильного бетонного фундамента, который будет поглощать часть вибрации и предотвратит разрушение стен и пола. Такая бетонная плита должна быть не менее чем в 1,5 раза больше веса самой модели, а края основания выходят за стальную плиту на 10-15 саниметров. Устройство на плиту фиксируется при помощи резиновых прокладок и болтов. Причем,

болтами установку желательно фиксировать по всему периметру с шагом не менее 50 сантиметров.

Насосная техника комплектуется автоматическими контрольными блоками, которые позволяют легко управлять электронасосами. При помощи соответствующего мастера, желательно установить на двигатель термозащиту, которая продлит ресурс установки и продлит ее эксплуатацию. Не лишним также будет установка сигнализации и аварийного оповещения, которые будут подавать информацию о состоянии аппарата.[22]

1.9 Хранение и транспортировка

Хранение в закрытом помещении разрешается под навесом. Осуществление доставки можно производить любым транспортным средством. На рисунке 7 представлено как, производить транспортировку насосного агрегата грузоподъемными механизмами.[19]

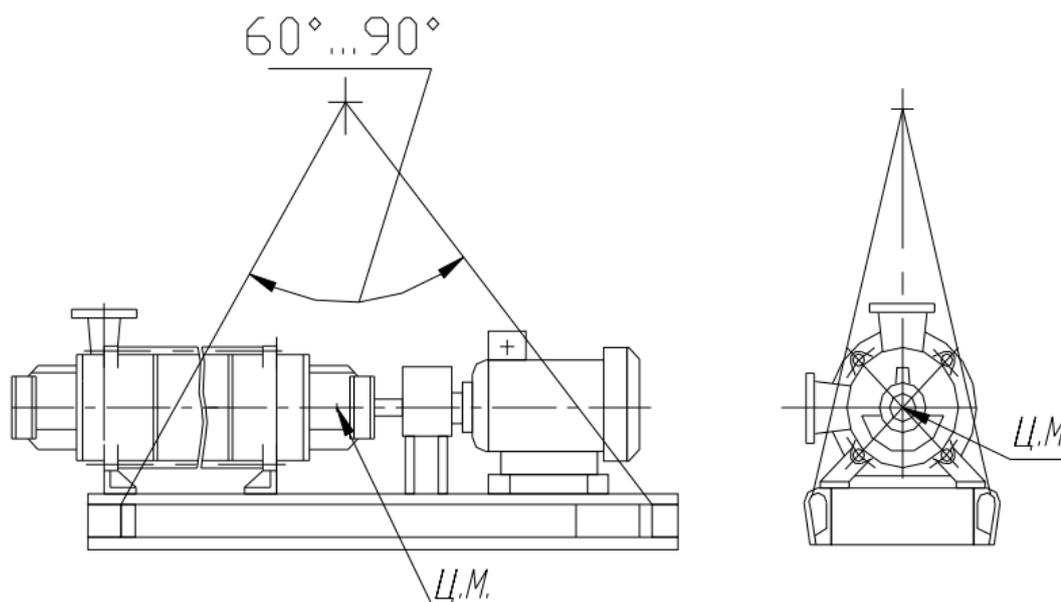


Рисунок 7 – Схема строповки насосного агрегата

2. Объект исследования

2.1 Сведение о компании

«АрселорМиттал» – имеет представительства 80 странах мира, занимается производством стали и горнодобывающей промышленностью.

Присутствие компании в Европе, Азии, Африке и Америке дает ей выход на все ключевые рынки сбыта стали. АрселорМиттал занимает второе место на рынках СНГ и наращивает свое производство в Азии в частности в Китае.

«АрселорМиттал» имеет своих представителей на фондовых биржах Парижа (MT), Амстердама (MT), Нью – Йорка (MT), Брюсселя (MT), Люксембурга (MT), а также на испанских Бильбао, Мадриде, Барселоне, Валенсии (MTS).[28]

Преобразуя будущее: Наша философия, наши ценности

Мы поднимаем, что наше положение в стальной промышленности подразумевает высокий уровень ответственности. Мы ответственны за внедрение глобальных стандартов с учетом потребностей будущих поколений. Наша цель добиваться лидерства, формируя будущее стальной промышленности. У нас четкое видение будущего, основанное на постоянных ценностях.

Акционерное общество «АрселорМиттал Темиртау» является крупнейшим предприятием горно-металлургического сектора Республики Казахстан и представляет собой интегрированный горно-металлургический комплекс с собственным углем, железной рудой и энергетической базой.

В состав АО «АрселорМиттал Темиртау» входят:

- стальной департамент;
- угольный департамент;
- железорудный департамент.

На рисунке 8 фото штаб квартиры «АрселорМиттал» в Люксембурге.



Рисунок 8 – штаб квартира «ArcelorMittal» в Люксембурге

2.2 Краткие сведения о предприятии

Шахта имени И. А. Костенко — крупнейшее угледобывающее предприятие угольного департамента компании АО «АрселорМиттал Темиртау». Шахта расположена в городе Караганда, Казахстан. В 1980-е годы — одна из крупнейших шахт Карагандинского угольного бассейна названа в честь Ивана Акимовича Костенко — одного из освоителей Карагандинского бассейна, управляющий трестом «Карагандауголь».[28]

Шахта была заложена 18 мая 1934 года, когда были извлечены первые тонны грунта при закладке шахтного ствола. 8 мая 1942 года недостроенная шахта была сдана в эксплуатацию. В годы Великой Отечественной войны работала по временной схеме разработки. 26 мая 1952 года была введена в строй первая очередь шахты с проектной мощностью 750 тысяч тонн угля в год. В 1962 году была введена вторая очередь такой же мощности.

1 января 1968 года к шахте имени Костенко была присоединена шахта № 86/87 с последующей реконструкцией и увеличением производственной мощности до 3 миллионов 200 тысяч тонн. В 1984 было выдано наибольшее

количества угля за всю историю шахты 3 миллиона 942 тысячи тонн. 7 мая 1992 года коллективом шахты была выдана 100 миллионная тонна угля.

За высокопроизводительный, самоотверженный труд коллектив шахты в 1971 году награждён орденом Ленина.

В 1996 году шахта имени Костенко вошла в состав угольного департамента ОАО «Испат Кармет» международной компании «Испат Интернейшнл», ныне АО «АрселорМиттал Темиртау».[21]

Шахта опасная по внезапным выбросам угля и газа метана. Все угольные пласты опасны по взрывчатости угольной пыли. Способ проветривания – всасывающий. Пласты дегазируют гидроразрывом, с обработкой растворами соляной кислоты. Используются газоотсасывающие установки, вакуум-насосные станции. Внедрена система централизованного контроля метана и автоматической газовой защиты. На рисунке 9 представлена производственная площадка шахты И.А. Костенко.



Рисунок 9 – Шахта имени И. А. Костенко

Электроснабжение шахты

Электроэнергией шахта имени И. А. Костенко питается от гидроэлектростанции расположенной в городе Темиртау и от теплоэлектростанции № 1 расположенной в городе Караганде

Потребители 6/0,4 кВ по предприятию являются:

- подстанция 35/6 кВ «Костенко» с трансформаторами 1х10000кВА;
- подстанция 6/0,4 кВ2 «Костенко (2х1000 кВА);
- подстанция 6/0,4 кВ «86/87» (2х560кВА);
- подстанция 6/0,4 кВ «ОФ Костенко» (2х1000кВА);
- ТП 6/0,4кВ вакуумной (2х400кВА);
- ТП-6/0,4кВ котельной (2х1000кВА);
- ТП-6/0,4кВ АБК и столовой (2х400кВА);
- ТП-6/0,4кВ ОФ (2х630кВА);
- Ш-6/0,4кВ сушильного отделения (1х630кВА);
- площадка отнесенных стволов подстанции 34/6/0,4кВ «Солнечная» с трансформаторами 2х6300кВА;
- ТП- 6/0,4кВ вакуумной (1х630кВА + 1 х560кВА);
- ТП-6/0,4кВ очистных сооружений (2х250кВА); площадка восточного вентиляционного флангового ствола;
- ПС-35/6кВ «Спортивная» (2х5600кВА);
- ПС-35/6/6,3-6/0,4кВ (2х4000кВА; 2х630кВА) «Арман».

Распределительная передвижной пункт и центральная понизительная подстанция снабжены шкафами типа КРУВ-6. Обеспечение электроэнергией в подземных выработках используется понижающие трансформаторные подстанции ТСВП И ТКШВП. Питание электроэнергией осуществляется кабелями типа КГЭШ и СБН.

В подземных выработках освещение устанавливается там, где это требует технические условия и нормативная документация.

Эксплуатация электрооборудования в подземных выработках, а также устройство местной и центральной сети заземления должна производиться в соответствии с техническим описанием и инструкцией по эксплуатации данного электрооборудования, а также действующими «Правилами эксплуатации подземных электроустановок.

Автоматизация производственных процессов, диспетчерская служба

Общешахтная телефонная и диспетчерская связь осуществляется через шахтную АТС типа АТСКЭ, которая предусмотрена для замены устаревшей УАТС – 49, в увязке с подземной шахтной автоматической связью аппаратурой ДШСТ и аппаратурой громко - говорящей связи оповещения и сигнализации об авариях типа у УГО.

На центральном стволе, для диспетчеризации и контроля предусматривается кабель емкостью 9-1 – 2,7 км, на которых 4 жилы диспетчеризации калориферной, а остальные жилы для телефонизации.

Имеются телефонные линии связи по всем действующим шурфам и стволам шахты на поверхности.

Все ТСВП и КТШВП горизонтов закольцованы с пультом главного энергетика шахты устойчивой громкоговорящей связью.

На шахте применяется аварийная связь «Уголек» по линии связи АТС с любым номером в шахте и по поверхности.

2.3 Сведения о главной водоотливной установке

Общие сведения

Шахта имени И.А. Костенко граничит с ликвидированными шахтами «Северная», «Майкудукская», №1 «Арман» (бывшая 50 ЛОР), шахтой имени Горбачёва. Ликвидация шахт произведена с затоплением горных выработок, предполагающим естественную фильтрацию воды через барьерные целики на поле шахты имени И.А. Костенко. Внезапные прорывы воды в действующие выработки шахты им. Костенко исключаются.

В настоящее время по спецпроекту, утвержденному техническим директором УД АО «АрселорМиттал», производится организованный перепуск воды с затопленных выработок шахты №1 «Арман» через сеть водоспускных скважин в действующие выработки шахты имени И.А. Костенко на горизонт минус 100.

Контроль уровня затопления погашенных горных выработок всех вышеперечисленных шахт ведет РГП «Карагандашахтликвид» по контрольным скважинам, пробуренным с поверхности.

Уровень затопления на 18.06.18 г. составляют:

- шахта №1 «Арман» +80,2 метров;
- шахта «Майкудукская» + 170,3 метров;
- шахта имени «Горбачёва» +191,2 метров.

Шахта «Карагандинская» выработка по пласту К₇, имеющих прямую связь с затопленными горными работами по пластам К₁₄, К₁₃, К₁₂, К₁₀, К₉ (уровень затопления +178,9 метров), обуславливает необходимость оставления барьерных целиков между старыми горными работами и вновь проектируемыми выработками по пластам К₇, К₆, К₄.

Согласно «Инструкции по ведению горных работ у затопленных выработок» городе Караганда, 1997 год. Величина целиков должна составлять более 50 метров.

Для обеспечения безопасных условий работы в качестве основного мероприятия принимается контроль, за состоянием поступления воды из выработанных пространств, сопряженных с действующими очистными и подготовительными забоями.

Нормальный и максимальный притоки воды в шахту

Фактический водоприток в горные выработки шахты имени И.А. Костенко с учётом поступления с ликвидированных шахт на 01.07.2017 года составил 270 – 290 м³/час, из них водоприток в систему горных выработок по району №1 237 – 249 м³/ч, по району №2 29 – 35 м³/ч.

Приток по вертикальным стволам шахты составляет 30 м³/ч и по горизонтальным выработкам 240 – 255 м³/ч.

Распределение водопритока по горизонтам отработки следующее:

- горизонт плюс 38 – 57 м³/ч;
- горизонт минус 30 – 33 м³/ч;
- горизонт минус 100 – 160 м³/ч;
- горизонт минус 260 – 19-22 м³/ч.

При подготовке и отработке пластов К₇, К₆ и К₄ на поле бывшей шахта «Карагандинская» возможно поступление воды с вышележащих отработанных пластов в горные выработки в объеме 40-80 м³/ч.

Ожидаемый водоприток в принятых границах шахтного поля отработки шахты имени И.А. Костенко с учётом отработки пластов К₇, К₆, К₄ на поле района №3 составит:

- нормальный – 250 м³/ч;
- максимальный – 300 м³/ч.

По химическому составу шахтные воды хлоридно-гидрокарбонатно-сульфатные натриевые. Водородный показатель (общекислотная активность) рН равен 7,5 – 8,5.

2.4 Характеристика водоотливных установок

Основная действующая водоотливная установка находится на горизонте минус 100 в ОКД шахтного ствола ЦОС назначение которой откачка воды из шахтных водосборников с горизонта минус 100 по трубопроводному ставу на поверхность шахты в очистные сооружения.

В ОКД пройдена насосная камера общей протяженностью 63 метра сечением $S_{\text{свет}} 30,5\text{ м}^2$, $S_{\text{черн}} 43,7\text{ м}^2$ для насосной установки главного водоотлива. Выработка насосной камеры зафиксирована металлоарочной крепью с обратным сводом из двутавра 24. Прием воды приходящая на горизонт минус 100, имеется 2 водосборника общей протяженностью 300 метров.

Водосборники были пройдены сечением $S_{\text{свет}} 14,4\text{м}^2$, $S_{\text{черн}} 17,4\text{м}^2$ закреплена арочной крепью из шахтной стойки с шагом крепления 3 рамы на 1 метр, вкруговую укреплена железобетонной затяжкой. Емкость водосборников 2000м^3 . Водосборники соединяются с насосной камерой через два водозаборных колодца, диаметром 4,2 метров глубиной 6 метров, закрепленных кольцевой металлоарочной крепью из шахтной стойки с последующей бетонировкой.

Участок водоотлива горизонта минус 100 оснащен насосами:

- ЦНС 300–180, мощность 250 кВт,
- ЦНС 300–480, мощность 560 кВт;
- два насоса ЦНС 300–540, мощность 630 кВт
- ЦНС 300–600, мощность 700 кВт;
- подпитывающий насос ВП 340.

Тип двигателей насосов ВАО, диаметр труб водооткачного става 203 миллиметра.

В ОКД горизонта минус 30 шахтного ствола ЦОС находится водоотливная установка резервная, служит для откачки воды из водосборников горизонта минус 30 во время ремонтных работ на главной водоотливной установке горизонта минус 100. В ОКД пройдена насосная камера общей протяженностью 25 метров сечением $S_{\text{свет}} 27,5\text{м}^2$, $S_{\text{черн}} 29,7\text{м}^2$ для насосной установки. Закреплена металл арочной крепью шахтной стойкой закреплена кольцевой металлоарочной крепью, в круговую укреплена затяжками.

Два водосборника были пройдены сечением $S_{\text{свет}} 10,3\text{м}^2$, $S_{\text{черн}} 11,9\text{м}^2$ закреплена арочной крепью из шахтной стойки с шагом крепления 3 рамы на 1 метр, вкруговую укреплена железобетонной затяжкой. Общая емкость водосборников 1600м^3 . Соединяются с насосной камерой через водозаборный колодец диаметром 4,2 метров и глубиной 6 метров, закрепленных кольцевой металлоарочной крепью из шахтной стойки с последующей бетонировкой.

Насосная камера горизонта минус 30 оснащена насосами:

- ЦНС 300–600 с двигателем ВАО 3-560LB8 630кВт;
- ЦНС 300–240 тип двигателя ВАО 600M4 мощностью 315 кВт;
- ЦНС 300–300 типы двигателей ВАО 500M4 мощностью 400кВт.

На площадке ЦОС находится очистные сооружения с системой двухступенчатой очистки поступающей из шахты вод. Шахтная вода поступает в емкость объемом 1200м³. Жидкость проходит первую ступень очистки в вертикальных отстойниках, с добавлением поли акриламида и гипохлорита натрия в ершовом смесителе. После завершения очистки в отстойнике, вода проходит во вторую ступень очистки в фильтры с песчано-гравийной засыпкой крупностью 15 – 32миллиметров, 0,5 – 1,0 миллиметров.

По окончании завершения очистки вода поступает в резервуар №1 общей емкостью 1000м³. Из резервуара №1 вода подается противопожарный резервуар общей емкостью 1500м³, далее вода поступает на технологические нужды в шахту. Продуктивность очистных сооружений 3500 м³/сутки.

2.5 Оборудование главной насосной камеры горизонта минус 100

Насосы ЦНС 300–180, ЦНС 300–480, ЦНС 300–540, ЦНС 300–600 секционный предназначен для перекачивания воды температурой до 45°С, водородным показателем рН 7–8,5 с содержанием твердых механических примесей не более 0,1 % по массе, при размере твердых частиц не более 0,1 мм, микротвердостью не более 1,47 ГПа.

Опорные кронштейны насоса выполнены из чугуна, материал проточной части насосов ЦНС СЧ–20, Сталь 35Л, вал сталь 40х, направляющий аппарат, кольцо и корпус направляющего аппарата, втулка сальника – из пресс материала, уплотнение вала насоса осуществляется с помощью сальниковой набивки сечением 10 миллиметр.

Насосы ЦНС стабильно и долговечно работают с подпором 2–6 метров. При отсутствии подпора на входе, кавитация быстро разрушает эти быстроходные насосы. При установке их для перекачивания воды с

температурой более 45°С необходимо повышать подпор на входе в насос. В таблице 3 приведены параметры и характеристики насосов эксплуатируемые в главной водоотливной установке.

Таблица 3 – Параметры насосов

| Марка ЦНС | Подача, м ³ /час | Напор, м | Допустимый кавитационный запас, м | Мощность, потребляемая, кВт | Частота вращения, об/мин | Масса, кг |
|-----------|-----------------------------|----------|-----------------------------------|-----------------------------|--------------------------|-----------|
| 300-180 | 300 | 180 | 5 | 250 | 1475 | 1606 |
| 300-480 | 300 | 480 | 5 | 560 | 1475 | 1962 |
| 300-540 | 300 | 540 | 5 | 630 | 1475 | 2571 |
| 300-600 | 300 | 600 | 5 | 700 | 1475 | 2745 |
| ВП 340 | 340 | 18 | 5 | | | 1200 |

Подпиточный насос необходим при большой производительности водоотливных установок. Применяется для комплектации насосов ЦНС 300–600.

Электрооборудование насосной камеры

Электродвигатели асинхронные с короткозамкнутым ротором взрывозащищенные ВАО2, предназначены для продолжительного режима работы от сети переменного тока частотой 50 Герц в шахтах, опасных по газу и пыли, а также во взрывоопасных зонах помещений и наружных установок.

Система охлаждения – воздуховоздушная, по замкнутому циклу вентиляции, степень защиты – IP54 в таблице 4 приведены технические характеристики двигателя ВАО2 450М4.

Таблица 4 – Технические характеристики двигателя ВАО 450М4

| Тип двигателя | Напряжение, В | Частота вращения об/мин | КПД % | Cos (f) | Масса, кг |
|---------------|---------------|-------------------------|-------|---------|-----------|
| ВАО2 450М4 | 6000 | 1500 | 94.3 | 0.88 | 1800 |

Питание насосов ЦНС осуществляется поверхностной подстанцией 34/6/0,4кВ «Солнечная», от фидера №1, питание поступает на КРУВ6 кабелем

СБН-6. В момент включения насоса у диспетчера появляется на экране информация о работе насосной камеры.

Автоматизация насосной камеры горизонта минус 100

Насосная камера горизонта минус 100 оснащена различной аппаратурой автоматизации:

1. Включение и отключение контрольно распределительного устройства КРУВ в ручном и автоматическом режимах;
2. Контроль, за задвижками трубопровода;
3. Датчик уровня воды в резервуаре;
4. Датчик тока электродвигателей;
5. Датчик давления в выходном трубопроводе насосов;
6. Датчик температуры подшипников двигателей;
7. Контроль температуры обмоток статора электродвигателей;;
8. Датчик тока двигателей;
9. Защита от пуска не залитого насоса;
10. Защита от неисправности задвижки;
11. Срабатывание аварийной сигнализации при превышении допустимых значений технических характеристик;
12. Датчик передачи сигналов и информации горному диспетчеру;
13. Регистрация и хранение режимов работы водоотлива и технологических параметров на флеш носителе. Функция «черного ящика»;
14. Аппаратура Davis Derby.

3. Расчетная часть

Шахтная водоотливная установка одно из наиболее ответственных участков шахты, от нее зависит безопасность труда шахтеров и процесс ведения горных работ. Повышенная обводненность горных выработок, принимает с главным технологическим оборудованием предприятия, капиталовложение, энергопотребление и человеческие ресурсы.[28]

Оборудование водоотливной установки должно быть надежным, экономичным, удобным при транспортировке, монтаже демонтаже и техническом обслуживании в горной среде.

Для подбора и расчета главной водоотливной установки горизонта минус 100, требуется следующие исходные данные:

1. Нормальный приток воды в один час $Q_n - 250\text{м}^3/\text{час}$;
2. Максимальный приток воды в один час $Q_{\text{max}} - 300\text{м}^3/\text{час}$;
3. Высота подъема воды $H_{\text{ш}} - 505$ метров;
4. Водородный показатель рН – 7,5
5. Срок эксплуатации минимум – 10 лет

3.1 Расчет и подбор электроцентробежного насоса

Выбор и тип насосного агрегата

1. Определение производительности насосного агрегата.

Для надежной откачки воды с горизонта минус 100 по правилам техники безопасности подача минимальная должна обеспечивать откачку воды за сутки не более чем за 20 часов.

Минимальная подача:

$$Q_p = \frac{24 \cdot Q_n}{20}, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (1)$$

$$Q_p = \frac{24 \cdot 250}{20} = 300 \text{ м}^3/\text{ч}$$

где Q_n – нормальный приток воды по шахте $\text{м}^3/\text{ч}$

2. Ориентировочная высота всасывания:

Принимаем ориентировочную высоту всасывания 3 метра и превышения расположения труб над уровнем устья ствола шахты 1 метр, определяем геометрический напор насоса:

$$H_{\Gamma} = H_{\text{ш}} + h_{\text{вс}} + h_{\text{пов}}, \text{ м} \quad (2)$$

$$H_{\Gamma} = 505 + 3 + 1 = 509 \text{ м}$$

где $h_{\text{вс}}$ – ориентировочная геометрическая высота подводящего трубопровода 3м;

$h_{\text{пов}}$ – превышение расположение труб над устьем ствола 1м;

3. Ориентировочный напор насоса:

$$H_{\text{оп}} = 1,1 \cdot H_{\Gamma}, \text{ м} \quad (3)$$

$$H_{\text{оп}} = 1,1 \cdot 509 = 560 \approx 610 \text{ м}$$

По результатам значений Q_p и $H_{\text{оп}}$ следует выбрать насос.

После выбора насоса необходимо записать следующие его характеристики:

Выбирается насос ЦНС 300-650-1040

Технологическая схема насоса водоотливной установки другая, она работает с подпитывающим насосом.

подача – 300 м³/ч;

напор на одно колесо $H_{\text{к}} = 130\text{м}$;

напор на одно колесо при нулевой подаче $H_0 = 132,5\text{м}$;

кпд – 0,75%;

частота вращения – 3000 об/мин.

допустимая высота всасывания при температуре $t = 20^{\circ}\text{C} = -2\text{м}$;

рабочая характеристика 220 – 380 м³/ч;

4. Необходимое количество рабочих колес насоса:

$$z = \frac{H_{\text{оп}}}{H_{\text{к}}} \quad (4)$$

$$z = \frac{610}{130} = 4,6 \approx 5$$

где $H_{\text{к}}$ – напор на одно колесо

Полученное число z округляется до большего целого числа.

Главные водоотливные установки шахт и установки в капитальных уклонах с притоком более $50 \text{ м}^3/\text{ч}$ должны оборудоваться не менее чем тремя насосными агрегатами: рабочим, резервным и находящемся в ремонте. При больших притоках применяются группы рабочих насосов.

5. Число насосов в рабочей группе:

$$n_{\text{р.гр}} = \frac{Q_{\text{р}}}{Q_{\text{max}}} \quad (5)$$

$$n_{\text{р.гр}} = \frac{300}{300} = 1$$

Принимаю $n_{\text{р.гр}} = 1$

$$n_{\text{на}} = n_{\text{р.гр}} + n_{\text{рез.гр}} + 1$$

$$n_{\text{на}} = 1 + 1 + 1 = 3$$

где $n_{\text{р.гр}}$ – число насосов в ремонте;

$n_{\text{рез.гр}}$ – число насосов в резервной группе.

6. Оптимальный напор насоса:

$$H_{\text{опт}} = Z \cdot H_{\text{k}} \quad (6)$$

$$H_{\text{опт}} = 5 \cdot 130 = 650 \text{ м}$$

Окончательно принимаем насос марки ЦНС 300-650

7. Напор насоса при нулевой подаче:

$$H_0 = z \cdot H_0, \text{ м} \quad (7)$$

$$H_0 = 5 \cdot 132,5 = 662,5 \text{ м}$$

где H_0 – напор на одно колесо при нулевой подаче

8. Устойчивость работы насоса:

$$H_{\text{r}} \leq 0,95 \cdot H_0 \quad (8)$$

$$509 \leq 0,95 \cdot 662,5; \quad 509 \leq 630$$

Условие выполняется

Если это условие не соблюдается, необходимо увеличивать число рабочих колес.

3.2 Расчет и выбор трубопровода

Длина подводящего трубопровода 6метров, трубы на поверхности напорного трубопровода принимаем большого диаметра от ствола до очистных сооружений в нее входит приемная сетка с клапаном и одно колено.

Длина участка в камере 38метров, в трубном ходке 50метров, превышение трубного ходка ОКД над уровнем ОКД 5метров.

9. Определяем длину напорного трубопровода:

$$L_{\text{нап}} = 505 + 38 + 6 + 50 + 5 = 604 \text{ м} \quad (9)$$

В напорный трубопровод входит 9 колен, 1 тройник, 1 обратный клапан, 1 вентиль.

10. Диаметр нагнетательного трубопровода:

$$d_{\text{н}}^{\text{опт}} = k \cdot 0,0131 \cdot Q^{0,476}, \text{ мм} \quad (10)$$

$$d_{\text{н}}^{\text{опт}} = 1 \cdot 0,0131 \cdot 300^{0,476} = 0,198 = 198 \text{ мм}$$

где k – коэффициент, зависящий от числа напорных трубопроводов при двух трубопроводах $k = 1$, при трех $k = 0,752$

Находим стандартный диаметр нагнетательного трубопровода по ГОСТ 8732-78. Трубы стальные бесшовные горячедеформированные $D = 219 \text{ мм}$.

11. Рабочее давление воды для начального нижнего сечения напорного трубопровода (в нижней части колонны труб):

$$P_p = 1,25 \cdot 10^{-6} \cdot \rho \cdot g \cdot H_{\text{оп}}, \text{ МПа} \quad (11)$$

$$P_p = 1,25 \cdot 10^{-6} \cdot 1020 \cdot 9,81 \cdot 610 = 7,6 \text{ МПа}$$

где ρ – плотность шахтной воды 1020 кг/м^3 ;

$$g = 9,81 \text{ м/с}^2$$

12. Толщина стенки трубопровода:

$$\delta_0 = \frac{100 \cdot [k_1 \cdot D \cdot P_p + (a_1 + a_2) \cdot T]}{100 - k_c}, \text{ мм} \quad (12)$$

$$\delta_0 = \frac{100 \cdot [2,52 \cdot 0,219 \cdot 7,6 + (0,15 + 0,2) \cdot 10]}{100 - 15} = 9 \text{ мм}$$

Принимаем толщину стенку 9 мм

где a_1 – скорость коррозионного износа наружной поверхности труб, мм/год (при ведении взрывных работ в шахте $a_1 = 0,25$, при их отсутствии $a_1 = 0,15$);

a_2 – скорость коррозионного износа внутренней поверхности труб, мм/год (при нейтральных щелочных водах $a_2 = 0,1$, при кислотных водах с водородным показателем рН $6 \div 7$, $a_2 = 0,2$ при рН $5 \div 6$, $a_2 = 0,4$;

$T = 10$ лет – срок службы трубопровода;

k_c – коэффициент, учитывающий минусовой допуск толщины стенки, (для труб обычной точности изготовления при толщине стенки 15 мм $k_c = 15\%$, при толщине 15-30 мм $k_c = 12,5\%$;

k_1 – коэффициент, учитывающий прочностные свойства материала труб для стали 20 $k_1 = 2,27$, для стали Ст. 3 $k_1 = 2,52$;

D – наружный диаметр трубы, м;

P_p – давление в нижней части трубы, МПа

Толщина стенок труб может быть переменной по длине трубопровода, возрастая с увеличением давления в направлении от поверхности к насосу. Рекомендуется принимать участки труб с различной толщиной и давлениями в них 4,0; 6,3; 10 и 16 МПа.

Принимаем материал труб Ст. 3, давление у напорного патрубка насоса $P_p = 7,6$ МПа, $a_1 = 0,15$.

13. Находим внутренний диаметр для напорного трубопровода:

$$d_{\text{вн}} = D - 2 \cdot \delta_0, \text{ мм} \quad (13)$$

$$d_{\text{вн}} = 219 - 2 \cdot 9 = 201 \text{ мм}$$

Принимаем трубы бесшовные горячедеформированные с внутренним диаметром $d_{вн} = 201$ мм

14. Диаметр подводящего трубопровода:

$$d_{под} = d_{н} + (25...50), \text{ мм} \quad (14)$$

$$d_{под} = 219 + 50 = 259 \text{ мм}$$

Для обеспечения большей надежности всасывания диаметр подводящего трубопровода принимают на 25-50 мм больше напорного, а трубы для него с наружным диаметром $D = 273$ мм. Таким же принимаем диаметры труб на участке напорного трубопровода

$$d_{2н} = d_{под} = 259 \text{ мм}$$

15. Скорость потока во всасывающем трубопроводе и на участке напорного трубопровода:

$$V_{наг} = V_{2наг} = \frac{4 \cdot Q}{3600 \cdot \pi \cdot d_{вс}^2}, \text{ м/с}$$
$$V_{вс} = \frac{4 \cdot Q_{н}}{3600 \cdot \pi \cdot (d_{вс})^2}, \text{ м/с} \quad (15)$$

$$V_{вс} = \frac{4 \cdot 300}{3600 \cdot 3,14 \cdot (0,259)^2} = 1,58 \text{ м/с}$$

где $Q_{н}$ – нормальный приток, м^3 ;

$d_{вс}$ – диаметр всасывающего трубопровода, м

16. Скорость потока в напорном трубопроводе:

$$V_{наг} = \frac{4 \cdot Q_{н}}{3600 \cdot \pi \cdot (d_{наг})^2}, \text{ м/с} \quad (16)$$

где $d_{наг}$ – диаметр нагнетательного трубопровода, м

$$V_{наг} = \frac{4 \cdot 300}{3600 \cdot 3,14 \cdot (0,201)^2} = 2,66 \text{ м/с}$$

17. Коэффициент гидравлического трения в подводящем трубопроводе и на участке $l_{2н}$ напорного трубопровода:

$$\lambda_{2H} = \lambda_{BC} = \frac{0,021}{(d_{BC})^{0,3}} \quad (17)$$

$$\lambda_{2H} = \lambda_{BC} = \frac{0,021}{(0,259)^{0,3}} = 0,03149$$

18. Коэффициент гидравлического трения в напорном трубопроводе:

$$\lambda_{1наг} = \frac{0,021}{(d_{наг})^{0,3}} \quad (18)$$

$$\lambda_{1наг} = \frac{0,021}{(0,201)^{0,3}} = 0,03398$$

19. Находим суммарные коэффициенты местных сопротивлений во всасывающем трубопроводе и на участках 1 и 2 напорного трубопровода:

$$\sum \zeta_{BC} = 4,5 + 5 \cdot 0,6 = 7,5$$

$$\sum \zeta_{1H} = 4 \cdot 0,6 + 1,5 + 0,26 = 4,16$$

$$\sum \zeta_{2H} = 3 \cdot 0,6 + 0,25 = 2,05$$

3.3 Расчет потерей напора в трубопроводе

Для определения потерь напора соответственно во всасывающем и нагнетательном трубопроводах использую формулу Дарси – Вейсбаха.

20. Для всасывающего трубопровода:

$$\sum h_{BC} = \left(\lambda_{BC} \cdot \frac{l_{BC}}{d_{BC}} + \sum \zeta_{BC} \right) \cdot \frac{V_{BC}^2}{2g} \quad (20)$$

$$\sum h_{BC} = \left(0,03149 \cdot \frac{15}{0,259} + 7,5 \right) \cdot \frac{1,58^2}{2 \cdot 9,81} = 1,1$$

где λ_{BC} – коэффициент гидравлического трения по длине всасывающего трубопровода;

l_{BC} – суммарная длина прямолинейных участков всасывающего трубопровода, м;

ζ_{BC} – суммарное количество местных сопротивлений всасывающего трубопровода;

$V_{\text{вс}}$ – скорость движения воды во всасывающем трубопроводе, м/с.

21. Для 1 участка нагнетательного трубопровода:

$$\sum h_{1\text{наг}} = \left(\lambda_{1\text{наг}} \cdot \frac{l_{1\text{наг}}}{d_{\text{наг}}} + \sum \xi_{1\text{н}} \right) \cdot \frac{V_{\text{наг}}^2}{2g} \quad (21)$$

$$\sum h_{1\text{наг}} = \left(0,03398 \cdot \frac{604}{0,201} + 4,16 \right) \cdot \frac{2,63^2}{2 \cdot 9,81} = 37,4$$

где $l_{1\text{наг}}$ – суммарная длина прямолинейных участков нагнетательного трубопровода, м;

$\lambda_{1\text{наг}}$ – коэффициент гидравлического трения по длине напорного трубопровода;

$\xi_{1\text{наг}}$ – суммарное количество местных сопротивлений нагнетающего трубопровода;

$V_{1\text{наг}}$ – скорость движения воды в напорном трубопроводе, м/с.

22. Для 2 участка нагнетательного трубопровода:

$$\sum h_{2\text{наг}} = \left(\lambda_{2\text{наг}} \cdot \frac{l_{2\text{наг}}}{d_{\text{наг}}} + \sum \xi_{2\text{н}} \right) \cdot \frac{V_{\text{наг}}^2}{2g} \quad (22)$$

$$\sum h_{2\text{наг}} = \left(0,03149 \cdot \frac{100}{0,259} + 2,05 \right) \cdot \frac{1,58^2}{2 \cdot 9,81} = 5,0$$

где $V_{2\text{наг}}$ – скорость движения воды во втором напорном трубопроводе, м/с;

$l_{2\text{наг}}$ – суммарная длина прямолинейного участка второго нагнетательного трубопровода;

$\lambda_{2\text{наг}}$ – коэффициент гидравлического трения по длине второго участка напорного трубопровода;

$\xi_{2\text{наг}}$ – суммарное количество местных сопротивлений второго нагнетающего трубопровода;

23. Общие суммарные потери в трубопроводе:

$$\sum h = h_{\text{вс}} + h_{1\text{наг}} + h_{2\text{наг}} \quad (23)$$

$$\sum h = 1,1 + 37,4 + 5,0 = 43,5 \text{ м}$$

3.4 Определение рабочего режима водоотливной установки

24. Фактический напор насоса:

$$H=H_r + \sum h, \text{ м} \quad (24)$$

$$H=509+43,5= 552,5\text{м}$$

25. Определяем сопротивление трубопровода:

$$R=(H-H_r) \div Q^2 \quad (25)$$

$$R=(553-509) \div 300^2=4,8$$

26. Временное сопротивление разрыву:

$$\sigma_B = \frac{15,32 \cdot P_p \cdot H_{op} \cdot d_H}{\delta_0}, \text{ МПа} \quad (26)$$

$$\sigma_B = \frac{15,32 \cdot 7,6 \cdot 610 \cdot 198}{9} = 1,5\text{МПа}$$

где δ_0 – минимальная толщина стенки выбранной трубы, мм

Рабочий режим насоса:

- $Q_p=326\text{м}^3/\text{ч}$;
- $H_{sp}=570\text{м}$;
- $\eta=0,7\%$.

3.5 Мощность двигателя и расход энергии

27. Расчетная мощность двигателя:

$$N = \frac{\rho \cdot Q_p \cdot H_p \cdot g}{3600 \cdot 1000 \cdot \eta_p}, \text{ кВт} \quad (27)$$

$$N = \frac{1020 \cdot 570 \cdot 326 \cdot 9,81}{3600 \cdot 1000 \cdot 0,7} = 723\text{кВт}.$$

Принимаем двигатель ВАО630М4 мощностью 800кВт; обороты двигателя 1500об/мин; $\eta_d = 95\%$; $\cos \varphi_d = 0,9$.

28. Коэффициент запаса мощности двигателя:

$$K_d = \frac{N}{N_p} \quad (28)$$

$$K_d = \frac{800}{723} = 1,107$$

Допускается к применению

29. Число часов работы насоса в сутки при откачивании нормального притока:

$$T_n = \frac{24 \cdot Q_n}{Q_p}, \text{ ч} \quad (29)$$

$$T_n = \frac{24 \cdot 250}{326} = 18,4 \text{ ч}$$

где Q_p – рабочий режим насоса;

24 – время теоретическое работы насосной установки.

30. Число часов работы насоса в сутки при откачивании максимального притока:

$$T_{\max} = \frac{24 \cdot Q_{\max}}{Q_p}, \text{ ч} \quad (30)$$

$$T_{\max} = \frac{24 \cdot 300}{326} = 22 \text{ ч}$$

31. Годовой расход электроэнергии:

$$E = \frac{Q_p \cdot H_p \cdot \rho \cdot g}{3600 \cdot 1000 \cdot \eta_p \cdot \eta_d \cdot \eta_c} \cdot (T_n \cdot 305 + 60 \cdot T_{\max}), \text{ кВт/ч} \quad (31)$$

$$E = \frac{326 \cdot 570 \cdot 1020 \cdot 9,81}{3600 \cdot 1000 \cdot 0,7 \cdot 0,95 \cdot 0,95} \cdot (305 \cdot 18,4 + 60 \cdot 22) = 5667250 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

где η_d – КПД электродвигателя, %;

η_c – КПД электрической сети = 0,95%;

305 – количество дней с нормальным притоком воды в год;

60 – количество дней с максимальным притоком воды в осенне – весенний период года.

32. Установленная мощность двигателя:

$$N_y = \frac{N}{\eta_c} \cdot \cos \varphi, \text{кВ} \cdot \text{А} \quad (32)$$

$$N_y = \frac{800}{0,95} \cdot 0,9 = 936 \text{кВ} \cdot \text{А}$$

33. Годовой приток воды:

$$A = 24 \cdot (Q_n \cdot 305 + Q_{\max} \cdot 60), \text{м}^3/\text{ч} \quad (33)$$

$$A = 24 \cdot (250 \cdot 305 + 300 \cdot 60) = 2262000 \text{м}^3/\text{ч}$$

34. Удельный расход электроэнергии на 1 м³ поднимаемой воды:

$$E_{\text{уд}} = \frac{E}{A}, \text{кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^3 \quad (34)$$

$$E_{\text{уд}} = \frac{5667250}{2262000} = 2,505 \text{кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^3$$

35. Полезный расход электроэнергии на 1 м³ откачиваемой воды:[28]

$$E_n = \frac{\rho \cdot g \cdot H_r}{3600 \cdot 1000}, \text{кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^3 \quad (35)$$

$$E_n = \frac{1020 \cdot 9,81 \cdot 509}{3600 \cdot 1000} = 1,4 \text{кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^3$$

36. К.П.Д. водоотливной установки:

$$\eta_y = \frac{E_n}{E_y}, \% \quad (36)$$

$$\eta_y = \frac{1,4}{2,505} = 0,55 \%$$

37. С другой стороны:

$$\eta_y = \eta \cdot \eta_d \cdot \eta_t \cdot \eta_c, \% \quad (37)$$

$$\eta_y = 0,7 \cdot 0,95 \cdot 0,902 \cdot 0,95 = 0,57\%$$

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

Студенту:

| | |
|---------------|------------------------------|
| Группа | ФИО |
| 3-4Е41 | Каукунову Нуржану Сакеновичу |

| | | | |
|----------------------------|-------------|----------------------------------|--|
| Школа | ИШПР | Отделение школы (НОЦ) | ОНД |
| Уровень образования | Бакалавриат | Направление/специальность | 15.03.02. Технологические машины и оборудование |

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

| | |
|---|---|
| 1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i> | - Человеческие ресурсы 2 человека; стоимость 223526 рублей; - Материальные затраты 600000 руб. |
| 2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i> | Учитываются следующие нормы и нормативы оплат труда: 30 % премии - за отсутствие недостатков в работе, 1,3 районный коэффициент для расчета заработной платы. |
| 3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i> | На основании пункта 425 ст. закона 27.11.2017 № 361-ФЗ. 3 для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность вводится пониженная ставка – 27,1%; Страховые взносы и выплаты, производимые в пользу физических лиц за счет средств, гранта (пункт 1 статьи 420 Налогового кодекса Российской Федерации); Ставка НДС 20%. |

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

| | |
|---|--|
| 1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i> | - Оценен коммерческий потенциал проведения НИ с позиции сегментирования рынка SWOT-анализа. |
| 2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i> | - Определена трудоемкость выполнения работ; - Рассчитаны материальные затраты НИИ; - Подсчитана основная и дополнительная заработная плата исполнителей темы; - Отчисления во внебюджетные фонды; - Накладные расходы; - Проведение анализа безубыточности проекта. |
| 3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i> | - Рассчитан интегральный показатель финансовой эффективности. |

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

| | |
|---|--|
| 1. <i>Оценка конкурентоспособности технических решений</i> | |
| 2. <i>Матрица SWOT</i> | |
| 3. <i>Альтернативы проведения НИ</i> | |
| 4. <i>График проведения и бюджет НИ</i> | |
| 5. <i>Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ</i> | |

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|---------------|---------------------------|----------------|-------------|
| 3-4E41 | Каукенов Нуржан Сакенович | | |

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Потенциальные потребители результатов исследований

Насосы ЦНС находят свое применение при перекачке различных жидкостей - воды, нефтепродуктов, масел, сжиженных газов - в установках повышенного давления, при питании котлов малой и средней мощности, а также водо и теплоснабжении жилых и промышленных объектов.

Новейшая техника и максимальная безопасность представляют особую важность не только для производственных процессов, но и для защиты человека и окружающей среды.

Высокое качество и постоянное внедрение в конструкцию насосов инноваций позволяет насосам ЦНС занимать лидирующую позицию на мировом рынке электроцентробежных насосов.

Цель работы расчет ресурсоэффективности установки центробежных насосов на угольных шахтах предприятия АО « АрселорМиттал Темиртау шахта имени И.А. Костенко. В таблице 5 приведена карта сегментирования рынка.

Таблица 5 – Карта сегментирования рынка

| | | Вид исследования центробежный насос | | |
|------------------|---------|---|--------------------------------------|--------------------------------|
| | | Расчет и подбор ЦНС для шахтного водоотлива | Техническое обслуживание насосов ЦНС | Установка и монтаж насосов ЦНС |
| Размеры компании | Крупные | | | |
| | Средние | | | |
| | Мелкие | | | |

Фирма А

Фирма Б

Фирма В

Основным сегментом для данной разработки являются крупные компании. Занимающиеся добычей угля подземным способом.

4.2 Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, проводится систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов. В таблице 6 представлена оценочная карта для конкурентных технических решений.

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

- технические характеристики разработки;
- конкурентоспособность разработки;
- уровень завершенности научного исследования (наличие макета, прототипа и т.п.);
- бюджет разработки;
- уровень проникновения на рынок;
- финансовое положение конкурентов, тенденции его изменения и т.д.

Таблица 6 – Оценочная карта для конкурентных технических решений

| Критерии оценки | Вес критерия | Баллы | | | Конкурентоспособность | | |
|---|--------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------------|-----------------|-----------------|
| | | Б _ф | Б _{к1} | Б _{к2} | К _ф | К _{к1} | К _{к2} |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Технические критерии оценки ресурсоэффективности | | | | | | | |
| 1.Повышение производительности труда пользователя | 0,09 | 2 | 2 | 2 | 0,18 | 0,18 | 0,18 |
| 2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей) | 0,17 | 2 | 1 | 2 | 0,34 | 0,17 | 0,34 |
| 3. Помехоустойчивость | 0,01 | 2 | 1 | 4 | 0,02 | 0,01 | 0,04 |
| 4. Энергоэкономичность | 0,1 | 3 | 2 | 5 | 0,3 | 0,2 | 0,05 |
| 5. Надежность | 0,1 | 4 | 3 | 3 | 0,4 | 0,3 | 0,3 |

| | | | | | | | |
|---|----------|-----------|-----------|-----------|-------------|-------------|------------|
| 6. Уровень шума | 0,06 | 2 | 2 | 4 | 0,12 | 0,12 | 0,24 |
| 7. Безопасность | 0,1 | 4 | 3 | 5 | 0,4 | 0,3 | 0,5 |
| 8. Простота эксплуатации | 0,05 | 4 | 4 | 5 | 0,2 | 0,2 | 0,25 |
| Экономические критерии оценки эффективности | | | | | | | |
| 1. Конкурентоспособность продукта | 0,02 | 3 | 2 | 4 | 0,06 | 0,04 | 0,08 |
| 2. Уровень проникновения на рынок | 0,02 | 1 | 1 | 2 | 0,02 | 0,02 | 0,04 |
| 3. Цена | 0,08 | 3 | 3 | 1 | 0,24 | 0,24 | 0,08 |
| 4. Предполагаемый срок эксплуатации | 0,2 | 4 | 3 | 2 | 0,8 | 0,6 | 0,4 |
| Итого | 1 | 34 | 27 | 39 | 3,08 | 2,38 | 2,5 |

Критерии для сравнения и оценки ресурсоэффективности и ресурсосбережения, приведенные в таблице 5, подбираются, исходя из выбранных объектов сравнения с учетом их технических и экономических особенностей разработки, создания и эксплуатации.

Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i \quad (38)$$

$$K_1 = \frac{B_\phi}{B_{к1}} = \frac{34}{27} = 1,25; \quad K_2 = \frac{B_2}{B_{к1}} = \frac{39}{27} = 1,44$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i –го показателя.

B_ϕ - одноступенчатый центробежный насос;

$B_{к1}$ - консольный центробежный насос;

$B_{к2}$ - многоступенчатый центробежный насос. По таблице 6 видно, что наиболее эффективно и целесообразно использовать многоступенчатый

центробежный насос, так оборудование является наиболее надежным и имеет более высокие характеристики.

По результатам проведения оценки у конкурента 2 можно выделить следующие конкурентные преимущества установки центробежных насосов на предприятии, АО «АрселорМиттал Темиртау шахта имени И.А. Костенко: срок эксплуатации, безопасность, надежность, энергоэкономичность.

4.3. Технология QuaD

Технология QuaD (QUality ADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно - исследовательский проект. По своему содержанию данный инструмент близок к методике оценки конкурентных технических решений, описанных в предыдущем разделе 4.2.

Показатели оценки качества и перспективности новой разработки подбираются исходя из выбранного объекта исследования с учетом его технических и экономических особенностей разработки, создания и коммерциализации.

Для упрощения процедуры проведения QuaD оценка проводится в табличной форме (таблице 7).

В соответствии с технологией QuaD каждый показатель оценивается экспертным путем по стобальной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 100 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Таблица 7 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

| Критерии оценки | Вес критерия | Баллы | Максимальный балл | Относительное значение (3/4) | Средневзвешенное значение (5·2) |
|--|--------------|-------|-------------------|------------------------------|---------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| Показатели оценки качества разработки | | | | | |

| | | | | | |
|--|----------|------------|------------|-------------|--------------|
| 1. Энергоэффективность | 0,15 | 80 | 100 | 0,8 | 0,12 |
| 2. Надежность | 0,1 | 85 | 100 | 0,85 | 0,085 |
| 3. Уровень шума | 0,1 | 50 | 100 | 0,5 | 0,05 |
| 4. безопасность | 0,1 | 75 | 100 | 0,75 | 0,075 |
| 5. Простота эксплуатации | 0,2 | 70 | 100 | 0,7 | 0,14 |
| 6. Ремонтопригодность | 0,1 | 60 | 100 | 0,6 | 0,06 |
| Показатели оценки коммерческого потенциала разработки | | | | | |
| 7. Конкурентоспособность продукта | 0,05 | 61 | 100 | 0,61 | 0,0305 |
| 8. Цена | 0,1 | 50 | 100 | 0,5 | 0,05 |
| 9. Уровень проникновения на рынок | 0,05 | 77 | 100 | 0,77 | 0,0385 |
| 10. Предполагаемый срок эксплуатации | 0,05 | 100 | 100 | 1 | 0,05 |
| Итого | 1 | 708 | 100 | 6,31 | 0,699 |

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$P_{cp} = \sum B_i \cdot B_i \quad (39)$$

$$P_{cp} = \frac{708}{6,31} = 112$$

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

B_i - вес показателя (в долях единицы);

B_i - средневзвешенное значение i - го показателя.

Значение P_{cp} позволяет говорить о перспективах разработки и качестве проведенного исследования. Если значение показателя P_{cp} - получилось от 100 до 80, то такая разработка считается перспективной. Если от 79 до 60 – то перспективность выше среднего. Если от 69 до 40 – то перспективность средняя. Если от 39 до 20 – то перспективность ниже среднего. Если 19 и ниже то перспективность крайне низкая. Результаты перспективности очень высокие, для установки центробежного насоса.

4.4. 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.

Результаты SWOT-анализа представлять в табличной форме (таблице 8).

Таблица 8 – SWOT анализ

| | Сильные стороны научно исследовательского проекта: | Слабые стороны научно исследовательского проекта: |
|---|---|--|
| | <p>С1. Заявленная экономичность и энергоэффективность технологии.</p> <p>С2. Надежность.</p> <p>С3. Безопасность установки</p> <p>С4. Повышенный срок эксплуатации</p> | <p>Сл1. Затяжная закупка оборудования</p> <p>Сл2. Контроль государства по сертификации оборудования.</p> <p>Сл3. Повышенные требования безопасности.</p> <p>Сл4. Трудности доставки материалов до место назначения.</p> |
| <p>Возможности:</p> <p>В1. Появление новых конструкторских разработок.</p> <p>В2. Появление спроса на новый продукт</p> <p>В3. Выход на новые рынки сбыта.</p> | <p>1. Большой опыт работы с крупными компаниями.</p> <p>2. Использование передовых технологий разработки.</p> <p>3. Открытие сервисной службы по эксплуатации центробежных насосов.</p> | <p>1. Потери дорогостоящего оборудования при нарушении ведении работ или действий природного характера</p> <p>2. Нестабильность в экономики страны девальвация, инфляция.</p> <p>3. Шахтные поля могут иссякнуть, надо постоянно вкладывать средства на геолого - разведочные работы</p> |
| <p>Угрозы:</p> <p>У1. Финансовый кризис в компании большие долги</p> <p>У2. Введение дополнительных таможенных пошлин на оборудование.</p> <p>У3. Отсутствие спроса на разработки.</p> | <p>1. Оборудование не прошло тестовых результатов, для внедрения в горной промышленности.</p> <p>2. Создание конкурентных преимуществ готового продукта, но высока стоимость.</p> <p>3. Продукция не проходит сертификацию и стандартизацию, разрешение использование продукта в подземных условиях</p> | <p>1. Экологическая опасность от загрязнений окружающей среды</p> <p>2. Отсутствие квалифицированных кадров в работе с оборудованием</p> <p>3. Наложение санкций на государство</p> <p>4. Нестабильная ситуация в стране.</p> |

4.5 Планирование научно-исследовательских работ

Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

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

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой могут входить научные сотрудники и преподаватели, инженеры, техники и лаборанты, численность групп может варьироваться. По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей.

В данном разделе составлен перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования и произведено распределение исполнителей по видам работ. Порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

| Основные этапы | № раб | Содержание работ | Должность исполнителя |
|--|-------|---|-------------------------|
| Разработка технического задания | 1 | Составление и утверждение технического задания | Руководитель Студент |
| | 2 | Выбор направления исследований | Руководитель |
| | 3 | Подбор и изучение материалов по теме | Студент |
| Выбор направления исследований | 4 | Календарное планирование работ по теме | Руководитель Студент |
| | 5 | Поиск нужных технических документов для проведения расчетов по установке центробежных насосов | Студент |
| Теоретические и экспериментальные исследования | 6 | Проведение расчетов по подбору и установке центробежного насоса | Студент |
| | 7 | Оценка эффективности полученных результатов | Руководитель Студент |
| Обобщение и оценка результатов | 8 | Определение целесообразности проведения | Руководитель Студент |
| | 9 | Оформление отчета | Студент |
| Оформление отчета | | | |

Определение трудоемкости выполнения работ

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

$$t_{\text{ож}i} = \frac{3t_{\text{min}i} + 2t_{\text{max}i}}{5} \quad (40)$$

где $t_{\text{ож}i}$ - ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.;

$t_{\text{min}i}$ - минимальная возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы трудоемкость работ, чел/дн.,

$t_{\text{max}i}$ - максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i - ой работы.

Все выполненные расчеты приведены в таблице 10.

Из расчета ожидаемой трудоемкости работ, определим продолжительность каждой работы в рабочих днях T_{pi} учитывая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями:

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{\text{ож}i}}{Ч_i} \quad (41)$$

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

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

$t_{\text{ож}i}$ - ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.;

Разработка графика проведения научного исследования

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}} \quad (42)$$

где T_{ki} - продолжительность выполнения этапа в рабочих днях,

T_{pi} - продолжительность выполнения этапа в календарных днях,

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

Коэффициент календарности рассчитывается по формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} \quad (43)$$

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 104 - 14} = 1,478$$

где $T_{\text{кал}}$ - календарные дни ($T_{\text{кал}} = 365$);

$T_{\text{пр}}$ - праздничные дни ($T_{\text{пр}} = 14$);

$T_{\text{вых}}$ - выходные дни ($T_{\text{вых}} = 104$).

Таблица 10 – Временные показатели проведения научного исследования

| № работы | Трудоемкость работ | | | | | | Исполнители | T_{pi} | T_{ki} |
|----------|-------------------------------|---|-------------------------------|---|-------------------------------|-----|-------------------------|----------|----------|
| | t_{min} чел - дни | | t_{max} чел - дни | | $t_{\text{ож}}i$ чел - дни | | | С+Р | С+Р |
| | С | Р | С | Р | С | Р | | | |
| 1 | 2 | 1 | 3 | 2 | 2,4 | 1,4 | Руководитель Студент | 1,9 | 2,81 |
| 2 | 5 | 2 | 7 | 3 | 5,8 | 1,4 | Руководитель Студент | 3,6 | 5,33 |
| 3 | 6 | 0 | 10 | 0 | 7,6 | 0 | Студент | 7,6 | 11,3 |
| 4 | 5 | 3 | 7 | 2 | 5,8 | 2,4 | Руководитель Студент | 4,1 | 6,06 |
| 5 | 10 | 0 | 14 | 0 | 11,6 | 0 | Студент | 11,6 | 17,2 |
| 6 | 7 | 0 | 10 | 0 | 8,2 | 0 | Студент | 8,2 | 12,1 |
| 7 | 8 | 6 | 12 | 9 | 9,6 | 7,2 | Руководит. | 8,4 | 12,4 |

| | | | | | | | | | |
|-------|----|----|----|----|------|------|-----------------------|------|-------|
| | | | | | | | Студент | | |
| 8 | 5 | 4 | 10 | 7 | 7 | 5,2 | Руководит. Студент | 6,1 | 9,01 |
| 9 | 7 | 0 | 10 | 0 | 8,2 | 0 | Студент | 8,2 | 12,12 |
| Итого | 55 | 17 | 82 | 23 | 66,2 | 39,2 | | 59,7 | 88,33 |

На основании таблицы 10 построим диаграмму Ганта (таблица 11), представляющую из себя ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения работ.

Таблица 11 – Календарный план график проведения НИОКР по теме

| № | Вид работ | исполнители | T _{кi} кал. дней | Продолжительность выполнения работ | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|-----------------------|---------------------------------|------------------------------------|---|---------|---|---|------|---|---|--------|---|---|-----|---|---|--|
| | | | | Январь | | Февраль | | | Март | | | Апрель | | | Май | | | |
| | | | | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 2 | 3 | | |
| 1 | Составление ТЗ | Руководит. | 2 | ■ | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Выбор направления | Руководит. | 6 | | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Подбор и изучение материалов по теме | Студент | 12 | | | | ■ | | | | | | | | | | | |
| 4 | Планирование работ | Руководит. Студент | 7 | | | | | | ■ | ■ | | | | | | | | |
| 5 | Поиск нужных технических документов для проведения расчета | Студент | 18 | | | | | | | | ■ | | | | | | | |
| 6 | Проведение расчетов | Студент | 13 | | | | | | | | | ■ | | | | | | |
| 7 | Оценка результатов | Руководит. Студент | 13 | | | | | | | | | | ■ | ■ | | | | |
| 8 | Пояснительная записка | Руководит. Студент | 23 | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | |

■ - Студент, ■ - Руководитель ■ - Руководитель – студент

4.6 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

Расход материальных затрат

В состав бюджета выполнения работ по научно-технической работе включает вся себя стоимость всех расходов, необходимых для их выполнения.

При формировании бюджета используется группировка затрат по следующим статьям:

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

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расхi} \quad (44)$$

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

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

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

k_T - коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Транспортные расходы примем в размере 10% от стоимости материалов.

Для разработки проекта расчета и подбора необходимы следующие материальные ресурсы: мышь, принтер, бумага, канцелярские принадлежности.

Материальные затраты рассчитаны в таблице 12.

Таблица 12 – Материальные затраты

| Наимен. | Ед. из. | Количество | | | Цена за ед., руб. | | | Затраты на материалы, Z_m тыс. руб | | |
|-------------|---------|------------|-------|-------|-------------------|--------|--------|--------------------------------------|--------|--------|
| | | Исп 1 | Исп 2 | Исп 3 | Исп 1 | Исп 2 | Исп 3 | Исп 1 | Исп 2 | Исп 3 |
| ЦНС 300-650 | шт | 1 | 1 | 1 | 600000 | 610000 | 650000 | 600000 | 610000 | 650000 |
| Итого | | | | | | | | 600000 | 610000 | 650000 |

Основная заработная плата исполнителей темы

По данной статье расходов планируется и учитывается основная заработная плата исполнителей, непосредственно участвующих в разработке проекта расчета и подбора и сводится в таблицу 13:

Таблица 13 – Расчет основной заработной платы

| № | Наименование этапов | Исполнители по категориям | Трудоемкость, чел.- дн. | | | Заработная плата, приходящаяся на один чел.- дн., тыс. руб. | Всего заработная плата по тарифу, тыс. руб. | | |
|-------|--|---------------------------|-------------------------|--------|--------|---|---|--------|--------|
| | | | Исп. 1 | Исп. 2 | Исп. 3 | | Исп. 1 | Исп. 2 | Исп. 3 |
| 1 | Разработка технического задания | Руководитель | 14 | 14 | 14 | 3253,4 | 45547,6 | | |
| 2 | Выбор направления исследований | Руководитель, студент | 12 | 12 | 12 | 4269,2 | 51230,4 | | |
| 3 | Теоретические и экспериментальные исследования | Студент | 15 | 15 | 15 | 1015,8 | 15237 | | |
| 4 | Оценка результатов | Руководитель, студент | 23 | 23 | 23 | 4269,2 | 98191,6 | | |
| 5 | Составление пояснительной записки | Студент | 11 | 11 | 11 | 1015,8 | 11173,8 | | |
| Итого | | | | | | | 221380,4 | | |

$$Z_{\text{п}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} \quad (45)$$

Руководитель $Z_{\text{п}} = 81335 + 12200,25 = 93535,25$ рублей

Студент $Z_{\text{п}} = 60948 + 9142 = 70090,2$ рублей

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

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

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

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_{\text{р}} \quad (46)$$

Основная заработная плата руководителя.

$$Z_{\text{осн}} = 3253,4 \cdot 25 = 81335 \text{ рублей}$$

Основная заработная плата студента.

$$Z_{\text{осн}} = 1015,8 \cdot 60 = 60948 \text{ рублей}$$

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

$Z_{\text{дн}}$ - среднедневная заработная плата работника, руб.

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d} \quad (47)$$

Среднедневная заработная плата руководителя в рублях.

$$Z_{\text{дн}} = \frac{58500 \cdot 10,4}{187} = 3253,4 \text{ рублей}$$

Среднедневная заработная плата студента в рублях.

$$Z_{\text{дн}} = \frac{15600 \cdot 11,2}{172} = 1015,8 \text{ рублей}$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

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

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

В таблице 14 представлен баланс рабочего времени

Таблица 14 – Баланс рабочего времени

| Показатели рабочего времени | Руководитель | Студент |
|---|--------------|---------|
| Календарное число дней | 365 | 365 |
| Количество нерабочих дней: - выходные - праздничные | 118 | 118 |
| Потери рабочего времени: - отпуск - невыходы по болезни | 60 | 75 |
| Действительный годовой фонд рабочего времени | 187 | 172 |

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{tc} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p \quad (48)$$

$Z_{tc} = 30000 \cdot (1 + 0,2 + 0,3) \cdot 1,3 = 58500$ руб. зарплата руководителя;

$Z_{tc} = 12000 \cdot 1,3 = 15600$ руб. зарплата студента.

где Z_{tc} - заработная плата по тарифной ставке, рублях;

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

$k_{пр}$ – премиальный коэффициент, равный 0,2 (т.е. 20% от Z_{tc});

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

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

За основу оклада берется ставка работника ТПУ, согласно занимаемой должности. В таблице 15 представлен расчет основной заработной платы.

Оклад руководителя 30000 тысяч рублей, ассистента 12000 тысяч рублей.

Таблица 15 – Расчет основной заработной платы

| Исполнители | Z_{tc} | K_p | $K_{пр}$ | K_d | Z_m | $Z_{дн}$ | T_p | $Z_{осн}$ | |
|--------------|----------|-------|----------|-------|-------|----------|-------|-----------|--------|
| Руководитель | 30000 | 1,3 | 0,2 | 0,3 | 58500 | 3253,4 | 25 | 81335 | |
| Студент | 12000 | 1,3 | 0 | 0 | 15600 | 1015,8 | 60 | 60948 | |
| | | | | | | | | Итого | 142283 |

Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} \quad (49)$$

$Z_{доп} = 0,15 \cdot 81335 = 12200,25$ для руководителя

$Z_{доп} = 0,15 \cdot 60948 = 9142,2$ для студента

Итого: $12200,25 + 9142,2 = 21342,45$ общая дополнительная заработная плата

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

Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{\text{неб}} = k_{\text{неб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) \quad (50)$$

$$Z_{\text{неб}} = 0,271 \cdot (142283 + 21342,45) = 44342,4 \text{ рублей}$$

Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.). На 2014 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность, в 2014 году водится пониженная ставка – 27,1%. В таблице 16 представлены отчисления во внебюджетные фонды.

Таблица 16 – Отчисления во внебюджетные фонды

| Исполнитель | Основная заработная плата, руб. | | | Дополнительная заработная плата, руб. | | |
|----------------------------------|---------------------------------|-------|-------|---------------------------------------|----------|----------|
| | Исп 1 | Исп 2 | Исп 3 | Исп 1 | Исп 2 | Исп 3 |
| Руководитель | 81335 | 81335 | 81335 | 12200,25 | 12200,25 | 12200,25 |
| Студент | 60948 | 60948 | 60948 | 9142,2 | 9142,2 | 9142,2 |
| Отчисления во внебюджетные фонды | 44342,4 | | | | | |
| Итого | | | | | | |
| Исполнение 1 | 223526 | | | | | |
| Исполнение 2 | 223526 | | | | | |
| Исполнение 3 | 223526 | | | | | |

Накладные расходы

Величина накладных расходов определяется по формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 7) \cdot k_{\text{нр}} \quad (51)$$

$$Z_{\text{накл}}(1) = (600000 + 142283 + 21342,45 + 44342,4) \cdot 0,16 = 129274,8 \text{ рублей};$$

$$Z_{\text{накл}}(2) = (610000 + 142283 + 21342,45 + 44342,4) \cdot 0,16 = 130871,8 \text{ рублей};$$

$$Z_{\text{накл}}(3) = (650000 + 142283 + 21342,45 + 44342,4) \cdot 0,16 = 137274,8 \text{ рублей}.$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы (принимается равным 16%).

Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта. Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведено в таблице 17.

Таблица 17 – Расчет бюджета затрат НТИ

| Наименование статьи | Сумма, руб. (исполнение 1) | Сумма, руб. (исполнение 2) | Сумма, руб. (исполнение 3) | Примечание |
|----------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|------------|
| Материальные затраты | 600000 | 610000 | 650000 | |
| Основная заработная плата | 142283 | 142283 | 142283 | |
| Дополнительная заработная плата | 21342,45 | 21342,45 | 21342,45 | |
| Отчисления во внебюджетные фонды | 44342,4 | 44342,4 | 44342,4 | |
| Накладные расходы | 129274,8 | 130871,8 | 137274,8 | 16% |
| Бюджет НТИ | 937242,6 | 948839,6 | 995242,6 | |

Бюджет затрат НТИ по первому составит 937242,6 рублей, что ниже затрат по второму и третьему варианту. Наибольшие затраты приходятся на приобретение оборудования.

4.7 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин:

финансовой эффективности и ресурсоэффективности. Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования.

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

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} \quad (52)$$

Для варианта исполнения имеем:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{937242,6}{1000000} = 0,937$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ - интегральный финансовый показатель разработки;

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

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

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в разгах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в разгах (значение меньше единицы, но больше нуля).[15]

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

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i \quad (53)$$

I_{pi} - интегральный показатель ресурсоэффективности;

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

$\sum a_i$ - весовой коэффициент разработки;

Значение данных приведено в таблице 18

Таблица 18 – Сравнительная оценка характеристик проекта

| Критерии | Весовой коэффициент | Исп.1 | Исп.2 | Исп.3 |
|---|---------------------|-------|-------|-------|
| 1. Способствуют росту производительности труда пользователя | 0,2 | 5 | 3 | 4 |
| 2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей) | 0,2 | 4 | 2 | 3 |
| 3. Помехоустойчивость | 0,1 | 5 | 3 | 3 |
| 4. Энергосбережение | 0,2 | 4 | 3 | 3 |
| 5. Надежность | 0,1 | 4 | 4 | 4 |
| 6. Материалоёмкость | 0,2 | 4 | 4 | 4 |
| Итого: | 1 | 27 | 22 | 20 |

Рассчитываем показатель ресурсоэффективности:

$$I_{p-ucn1} = 0,2 \cdot 5 + 0,2 \cdot 4 + 0,1 \cdot 5 + 0,2 \cdot 4 + 0,1 \cdot 4 + 0,2 \cdot 4 = 4,5;$$

$$I_{p-ucn2} = 0,2 \cdot 3 + 0,2 \cdot 2 + 0,1 \cdot 3 + 0,2 \cdot 3 + 0,1 \cdot 4 + 0,2 \cdot 4 = 3,7;$$

$$I_{p-ucn3} = 0,2 \cdot 4 + 0,2 \cdot 3 + 0,1 \cdot 3 + 0,2 \cdot 3 + 0,1 \cdot 4 + 0,2 \cdot 4 = 3,3;$$

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

$$I_{ucn i} = \frac{I_{p-ucn i}}{I_{финр i}} \quad (54)$$

$$I_{ucn1} = \frac{I_{p-ucn1}}{I_{финр1}} = \frac{4,5}{0,937} = 4,80$$

$$I_{ucn2} = \frac{I_{p-ucn2}}{I_{финр2}} = \frac{3,7}{0,937} = 3,94$$

$$I_{ucn3} = \frac{I_{p-ucn3}}{I_{финр3}} = \frac{3,3}{0,937} = 3,52$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность

проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных.
Сравнительная эффективность проекта (Θ_{cp}):

$$\Theta_{cp} = \frac{I_{проект}}{I_{исп\ i}} \quad (55)$$

$$\Theta_{cp} = \frac{I_{проект}}{I_{исп1}} = \frac{4,80}{3,3} = 1,45$$

$$\Theta_{cp} = \frac{I_{проект}}{I_{исп2}} = \frac{3,94}{3,3} = 1,19$$

$$\Theta_{cp} = \frac{I_{проект}}{I_{исп3}} = \frac{3,52}{3,3} = 1,06$$

Все данные представлены в таблице 19

Таблица 19 – Сравнительная эффективность разработки

| № п/п | Показатели | Исп.1 | Исп.2 | Исп.3 |
|-------|---|-------|-------|-------|
| 1 | Интегральный финансовый показатель разработки | 0,937 | 0,937 | 0,937 |
| 2 | Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки | 4,5 | 3,7 | 3,3 |
| 3 | Интегральный показатель эффективности | 4,80 | 3,94 | 3,52 |
| 4 | Сравнительная эффективность вариантов исполнения | 1,45 | 1,19 | 1,06 |

Таким образом, выполненный проект имеет оптимальные параметры эффективности исполнения.

В ходе выполнения данной части выпускной работы была доказана конкурентоспособность данного технического решения, был произведен SWOT-анализ и проведены необходимые экономические расчеты, также был посчитан бюджет НИИ.[15]

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

| | |
|---------------|------------------------------|
| Группа | ФИО |
| 3-4Е41 | Каукенову Нуржану Сакеновичу |

| | | | |
|----------------------------|-------------|----------------------------------|--|
| Школа | ИШПР | Отделение школы (НОЦ) | ОНД |
| Уровень образования | Бакалавриат | Направление/специальность | 15.03.02.Технологические машины и оборудование |

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

| | |
|--|---|
| <p>1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) - опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) - негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) - чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера) | <p>Насосная главного водоотлива расположена на глубине около 600 метров. Находится механическое оборудование, насосы, лебедка, электрооборудование, датчики аэрогазовой защиты.</p> <ul style="list-style-type: none"> - недостаточная освещенность рабочего места; - шумы и вибрация при работе оборудования, - электромагнитные поля при работе электрооборудования; - проявление вредных веществ это различные газы, - рудничная пыль; - обрушение горных выработок; - рудничные пожары при эксплуатации оборудования; - выбросы и взрыва метана; - выбросы пыли в атмосферу; - загрязнение водоемов, рек и поверхностных земель рудничными водами; - выбросы отходов от оборудования; - различные чрезвычайные ситуации природного характера выбросы метана, загазирование горных выработок; - засорение окружающей среды пульпой и т.д. |
| 2. Перечень законодательных и нормативных документов по теме | ГОСТ 34-70-821-86 РД 34.03.605, |
| Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке: | |
| <p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> - специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; <p>организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны</p> | <p>Согласно, статьи 1 трудового кодекса РК Рабочая область насосная камера водоотлива минимальное ширина прохода 0,7м, сечение выработки 30 м² должна быть оборудована слесарной комнатой, освещена и иметь не менее двух выходов</p> <ul style="list-style-type: none"> - обязательное страхование жизни; - отказ от выполнения работ в случае риска для жизни; - обеспечение СИЗ; - медицинский осмотр; - обучение безопасным методам и приемам труда за счет работодателя; - рабочее место, соответствующее требованиям охраны труда. |
| 2. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности: | - отклонение показателей микроклимата ГОСТ 12.1.005-88 Общие санитарно – гигиенические требования к воздуху рабочей зоны |

| | |
|--|---|
| <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>минимальная температура 16 градусов в подземных условиях;</p> <ul style="list-style-type: none"> - превышение уровня шума ГОСТ 23337-78 (СТ СЭВ 2006-80) Шум, должен превышать 80 Децибелов; - превышение уровня вибрации ГОСТ 24346-80 Вибрация норма уровня рабочей зоны 192 Децибелов; - обрушение горных выработок; - недостаточная освещенность рабочей зоны ГОСТ Р 55733 -2013 Освещение подземных горных выработок минимальное 10 Люкс; - внезапные выбросы; - поражение электрическим током ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность; - рудничные пожары ГОСТ 12.0.230—2007 Безопасность труда; - средства коллективной защиты глушители шумов, калориферы, защитные кожуха; - индивидуальные средства защиты спецодежда, самоспасатель, респиратор, рукавицы, очки, беруши, каска, сапоги. |
| <p>3. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды 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>пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)</p> | <ul style="list-style-type: none"> - различные вращательные механизмы, шумы, вибрация – средства защиты защитные ограждения, кожуха, глушители шума, вывешены предупреждающие знаки; - отклонение показателей микроклимата – соблюдение температурного режима; - электробезопасность (в т.ч. статическое, поражение электрическим током, электромагнитные поля – средства защиты заземление, автоматизация процессов, предупреждающие знаки, основные и дополнительные средства защиты по эксплуатации электроустановок; - обрушение горных выработок – соблюдение паспорта технологии крепления выработок в начале проектирования; - внезапные выбросы – моментальное включение в средства защиты; - пожаровзрывобезопасность – использование открытого огня, замыкание электроаппаратуры, природный фактор, (профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения, огнетушители, вода песок, инертная пыль. |
| <p>4. Охрана окружающей среды:</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); <p>разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - подземные и транспортные коммуникации должны быть проложены по определенным маршрутам вдали от электролиний и очистных сооружений, в санитарно-защитной зоне не допускается размещать жилые здания; - выбросы пыли в атмосфере; - загрязнение поверхностных земель от шахтной воды и пульпы, пролив нефтепродуктов, водоземлюльсий, химических и других загрязняющих веществ в горных выработках и на поверхности; - засорение горных выработок различными предметами металл, бумага, стекло и т.д., защита почвы; охрана и рациональное использование недр |

| | |
|--|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> - проводить проверку объектов, разъяснять работникам о влиянии загрязнения окружающей среды, - обеспечение всех работников противодымными респираторами; - снижение пылеобразования при производственных процессах, отгрузка отходов в специальные полигоны, контроль за состоянием рудничных вод статья 199 экологического кодекса Республики Казахстан. |
| <p>5. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> - перечень возможных ЧС на объекте; - выбор наиболее типичной ЧС; - разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; - разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; <p>разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий;</p> | <ul style="list-style-type: none"> - обрушение и загазирование горных выработок; - затопление подземных выработок; - превышение предельно допустимых концентраций газов; - внезапные выбросы метана и взрывы; - рудничные пожары и попадание дыма поверхностных пожаров в шахту; - остановка вентиляторов главного проветривания; - остановка калориферной установки; - общее шахтное отключение электроэнергии; - застревание в стволе клетки с грузом или с людьми; - превышение предельно допустимых концентраций газов - контроль датчиков по показаниям приборов, четкое выполнение ТБ, осведомленность рабочих, правильное оказание доврачебной помощи, контроль ИТР за состоянием по недопущению ЧС, ознакомление работников, ежегодное обучение для повышения знаний в ЧС; - при возникновении ЧС люди должны незамедлительно покинуть рабочие места и следовать к запасному выходу по направлению свежей струи, ликвидацией последствий ЧС занимается военизированная служба горноспасателей. |
| Перечень графического материала: | |
| При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров) | |

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|---------------------------|---------|------|
| 3-4E41 | Каукенов Нуржан Сакенович | | |

5 Социальная ответственность

В социальной ответственности рассмотрены рабочие места персонала по обслуживанию водоотливной установки горизонта минус 100, по месту эксплуатации электроцентробежным насосом и трубопроводная арматура, различная электроаппаратура, датчик контроля аэрогазовой защиты. А так же слесарная, в которой находится инструменты для ремонта оборудования и чистки трубопровода.

Основная задача предприятия это безопасность людей при выполнении работ. Все оборудование должно быть искр взрывобезопасном исполнении и соответствовать всем требованиям и стандартом при эксплуатации и техническом обслуживании водоотливных установок.

В данном разделе будут рассмотрены такие темы, как правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности, производственная безопасность, опасные и вредные производственные факторы, экологическая безопасность, безопасность в чрезвычайных ситуациях.

5.1 Правовые и организационные вопросы в области безопасности труда рабочих подземной группы

Внутренний и трудовой распорядок на предприятии. Режим работы на предприятии 4-х сменный продолжительность одной смены 6 часов. Все поступившие на работу скрепляются приказом администрации, и доводится до работников под роспись. Перед началом работы требуется пройти сменный инструктаж по технике безопасности и производственной санитарии, гигиене труда, противопожарной охране и другим правилам охраны труда. Лица не прошедшие обучение, по безопасным приемам труда и не сдавшие экзамен к работе не допускаются.

Рабочий должен ознакомиться с инструкцией по охране труда, получить ее на руки под роспись. Все работники компании «АрселорМиттал Темиртау» застрахованы в соответствии с коллективным договором. Тарифная ставка в ночное время на 50% больше дневной смены. Смены в праздничные дни

оплачиваются по двойной тарифной ставке. Начисляется доплата за выслугу лет, за руководство бригадой, за особо-опасные и сложные работы, за совмещение должностей, за вредные условия труда, за пыль, шум, вибрацию, превышение влажности согласно трудовому кодексу Республики Казахстан.

Ежегодный отпуск продолжительностью 64 календарных дней согласно трудовому кодексу Республики Казахстан статья 205 пункт 1.[2]

Учет ведется по жетонам, которые выдают на предприятии. Выдают ключи от лампы и самоспасателя, он у всех индивидуальный и закреплен за каждым работником. Все работники должны быть обеспечены по действующим нормам (РД 34.03.605, ГОСТ 34-70-821-86) спецодеждой, спецобувью, индивидуальными средствами защиты.

Рабочая зона работника по обслуживанию главной водоотливной установки это насосная камера, слесарное помещение. Находится на горизонте минус 100 для откачки шахтной воды на поверхность по нагнетательным трубопроводам, в очистные сооружения находящиеся на поверхности предприятия. Критерии по эксплуатации должны соответствовать:

- все металлические части, которые могут быть под напряжением должны быть заземлены;
- все вращающиеся части (соединяющие муфты) должны иметь кожух;
- должны быть основные средства и дополнительные средства по эксплуатации электроустановок резиновые перчатки, резиновые боты, подставки, коврики и т.д.;
- должны быть еще противопожарные средства огнетушитель порошковый, ящик с песком, лопаты ведро, топор

Для поддержания порядка нужно учитывать следующие моменты:

- расположение оборудования облегчает поддержание порядка и чистоты;
- обозначение проходов, выходов для транспорта, все проходы должны быть свободными;
- специальные места отводятся, для инструментов и запасных частей;

- полочки для ручных инструментов или приспособлений;
- специальные ящики для отходов и мусора расположены в удобном месте;
- специально назначенный персонал для проведения ежедневной уборки;
- четкое распределение обязанностей для осуществления обслуживания и ремонта рабочих зон, проходов, освещения, лестниц и т.д.;

Предприятие выполняет все условия для работников по организационным и правовым вопросам в соответствии с коллективным договором. И уделяет очень большое внимание безопасности охраны труда работников. [6]

5.2 Производственная безопасность

Опасные и вредные производственные факторы при выполнении работ по обслуживанию и эксплуатации оборудования представлены в таблице 20.

Таблица 20 – Возможные опасные и вредные факторы

| Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015) | Этапы работ | | | Нормативные документы |
|--|-------------|--------------|--------------|--|
| | Разработка | Изготовление | Эксплуатация | |
| 1. Отклонение показателей микроклимата | + | + | + | Требование к показателям микроклимата регламентируется ГОСТ 12.1.005-88 Общие санитарно – гигиенические требования к воздуху рабочей зоны, не должны превышать 16 градусов. |
| 2. Превышение уровня шума | + | + | + | Требование по уровню регламентируется ГОСТ 23337-78 (СТ СЭВ 2006-80) Шум (Общие требования безопасности). Шум не должен превышать 80 Децибел |
| 3. Уровень вибрации | | + | + | Требование по предельно допустимым значениям вибрации регламентируется ГОСТ 24346-80 Вибрация. Норма уровня рабочей зоны насосной камеры 192 Децибел |
| 4. Недостаточная освещенность рабочей зоны | + | + | + | Требование к освещенности рабочей зоны регламентируется ГОСТ Р 55733 -2013 Освещение подземных горных выработок. (Основные требования и методы измерений). Минимальное освещение главной водоотливной установки 10 Люкс. |

| | | | | |
|--------------------------|---|---|---|---|
| 5. Электробезопасность | + | + | + | Требования по предельно допустимым уровням электробезопасности регламентируется ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов. |
| 6. Взрывобезопасность | + | + | + | Требования к показателям предельно допустимых концентраций газов регламентируется ГОСТ 12.1.010-76 ССБТ. Взрывобезопасность. Общие требования. |
| 7. Пожарная безопасность | + | + | + | Регламентируется ГОСТ 12.0.230—2007 Безопасность труда. Система управления охраной труда |

Анализ опасных и вредных производственных факторов вредные физические факторы:

1. Отклонение показателей микроклимата

Несмотря на изменения параметров микроклимата, температура тела человека остается постоянной (36,6 °С), это достигается благодаря терморегуляции. В случае неудовлетворительных микроклиматических условий в организме человека для поддержания постоянной температуры тела начинают происходить различные процессы, направленные на регулирование теплообразования и теплоотдачи.

Высокая температура воздуха способствует быстрой утомляемости работающего, может привести к перегреву организма, тепловому удару или профзаболеванию. Низкая температура воздуха может вызвать местное или общее охлаждение организма, стать причиной простудного заболевания либо обморожения. Относительная влажность воздуха в шахтах зависит от водообильности выработок и температуры. Низкий уровень влажности может привести к обезвоживанию организма. В таблице 21 представлены данные нормы температуры и влажности воздуха в рабочей среде.

Таблица 21 – Нормы температуры и влажности воздуха

| | |
|-----------------------|---|
| Скорость воздуха, м/с | Допустимая температура °С, при относительной влажности в %. |
|-----------------------|---|

| | | |
|----------------|------------|------------|
| | До 75 % | 75 -95 % |
| До 0,25 м/с | 16 -18 °С | 17 - 19 °С |
| 0,25 – 0,5 м/с | 18 - 20 °С | 19 - 21 °С |
| 0,6 – 1,0 м/с | 20 -22 °С | 21 - 23 °С |
| 1,1 – 2,0 м/с | 22 - 25 °С | 23 - 24 °С |

Предлагаемые средства защиты спецодежда не продуваемая из хлопка, жилет, нижнее белье, штаны, сапоги резиновые.

2. Превышение уровня шума

Источники шума и их действие на организм человека. Насосы являются источниками шума. Известно, что шум неблагоприятно воздействует на организм человека: вызывает утомление, снижает трудоспособность, может привести к травме органов слуха. Вредное влияние шума сказывается не только на органах слуха, но и на центральной нервной системе. При непрерывном напряжении из-за шума возрастает опасность возникновения несчастных случаев. В таблице 22 представлены данные об уровне шума в рабочей зоне.

Таблица 22 – Уровень шума на рабочем месте

| | |
|------------------------------------|---|
| Рабочее место | Предельно допустимые уровни шума в Децибелах по шкале |
| Насосная камера горизонт минус 100 | 80 |

Средства индивидуальной защиты включают беруши, наушники, шлемы.

3. Уровень вибрации

При незначительной интенсивности и длительности вибрации улучшается обмен веществ, увеличивается мышечная сила, уменьшается утомляемость. Интенсивная и длительная вибрация приводит к серьезным изменениям деятельности всех систем организма и может вызвать заболевание – виброболезнь. Развитие патологии зависит от частоты и амплитуды колебаний, продолжительности воздействия, места приложения и направления оси вибрационного воздействия, демпфирующих свойств, тканей явлений резонанса. В таблице 23 представлены данные уровни вибрации в рабочей зоне.

Таблица 23 – Уровень вибрации на рабочем зоне

| Вид вибрации | Категория вибрации | Корректирование по частоте и эквивалентные корректированные значения виброускорения децибел, | |
|--------------|--------------------|--|----------------|
| | | виброускорения | виброускорости |
| Общая | Насосы | 100 | 192 |

К средствам индивидуальной защиты от вибрации относят рукавицы с эластичными вкладышами, виброзащитную обувь.

4. Недостаточная освещенность рабочей зоны

Освещенность рабочего места должна составлять 10 лк, что не приводит к утомлению рабочих.

5. Электробезопасность

Характер воздействия электрического тока на человека имеет следующий вид (путь прохождения рука-нога, напряжение 220 Вольт). Повреждение электрооборудования и нарушение изоляции могут стать не только причиной поражения людей электрическим током, но и инициировать взрывы горючих газов и угольной пыли.

Защитное заземление представляет преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением сопротивление не должно превышать 2 Ом.

Защитное отключение предусматривает автоматическое отключение электроустановки при возникновении в ней опасности поражения током.

Электрзащитные средства индивидуальной защиты подразделяются на основные и дополнительные.

6. Обрушение горных выработок один причины горное давление, несоблюдение паспорта крепления выработок.

7. Взрывобезопасность главная задача это недопущение превышение предельно допустимых концентраций газов в рудничной атмосфере. В таблице 24 приведены значения предельно допустимых концентраций газов в рудничной атмосфере.

Таблица 24 – Концентрация вредных газов в воздухе подземных выработок

| Вредные газы | Предельно допустимая концентрация газа в действующих выработках по объему в % |
|--|---|
| Оксиды азота NO ₂ | 0,00025 |
| Оксид углерода CO | 0,00170 |
| Сернистый ангидрид SO ₂ | 0,00038 |
| Сероводород H ₂ S ₄ | 0,00070 |
| Диоксид азота NO ₃ | 0,00010 |
| Метан CH ₄ , местное скопление | 2 |
| Углекислый газ CO ₂ местное скопление | 2 |

Воздух должен составлять 20 % для нормальной работы.

8. Пожарная безопасность

Огромную угрозу для жизни людей представляют пожары, возникающие в шахтах. Выделение тепла, дыма и токсичных газов в ограниченный объем горных выработок делают рудничную атмосферу непригодной для дыхания. Благодаря вентиляции продукты горения, в том числе и токсичные газы, способны быстро распространиться на значительные расстояния от очага пожара. К разгоревшемуся пожару практически невозможно приблизиться, выгорание элементов крепи может вызвать обрушение кровли, нарушение проветривания горных выработок.

Экзогенные пожары - возникают от внешних источников тепла, воспламеняющих горючее вещество.

Эндогенные пожары - медленно развиваются вследствие процесса самовозгорания окисляющегося материала.

Причинами теплового импульса, инициирующего возникновение экзогенных пожаров на горных предприятиях, могут быть:

- неисправное электрооборудование и кабельные сети (короткое замыкание или перегрев в токоведущих кабелях и обмотках электродвигателей, контролирующих устройствах);
- применение открытого огня и высокотемпературных процессов (газовая и электросварка, курение и другое);

- перегрев масла в маслостанциях и гидросистемах;
- воспламенение метана в очаге самовозгорания, возникшего в выработанном пространстве, и передача пламени в атмосферу горной выработки;

Предупреждение рудничных пожаров

1. Пожарно - оросительное водоснабжение является основным элементом противопожарной защиты шахт.
2. Противопожарные двери в шахтах
3. Первичные средства пожаротушения в шахте – вода, огнетушители, инертная пыль, песок. [5]

5.3 Экологическая безопасность

Главная задача водоотливной установки – откачка шахтной воды на поверхность по нагнетательным трубопроводам в очистные сооружения находящиеся на поверхности. Вода, откачиваемая из шахт, шламовые воды, а также хозяйственно-бытовые стоки перед сбросом их в гидрографическую сеть подлежат очистке и обеззараживанию согласно требованиям законодательства об охране окружающей природной среды, статья 199-1 экологического кодекса Республики Казахстан.

Запрещается слив (пролив) нефтепродуктов, водоземлюльсий, химических и других загрязняющих веществ в горных выработках и на поверхности.

Для предотвращения выбросов стационарными источниками загрязняющих веществ в атмосферу свыше предельно допустимых норм должны применяться специальные меры, согласованные с местными органами Госсаннадзора и охраны окружающей природной среды.

Основными источниками загрязнения атмосферы является, пыль анализы показывают, что в составе вмещающих пород содержатся более 10% свободного двуоксида кремния.

С целью поддержания предельно-допустимых норм запыленности и предотвращения профессиональных заболеваний от пыли рекомендуется предусматривать:

- обеспечение всех работников противопыльными респираторами;
- снижение пылеобразования при производственных процессах;
- хорошее проветривание выработок;
- сухое или мокрое пылеулавливание;
- орошение, устройство водяных завес, смывание пыли в выработках;
- сланцевание выработок;

Защита литосферы при начальной стадии проектирования шахты должна предусматриваться, как правило, безотходная технология с оставлением породы в шахте или с использованием ее в качестве сырья для промышленных и хозяйственных нужд.

Методы защиты литосферы, можно выделить следующие основные направления:

- защита почвы;
- охрана и рациональное использование недр: наиболее полное извлечение из недр основных и попутных полезных ископаемых;
- комплексное использование минерального сырья, включая проблему утилизации отходов;
- рекультивация нарушенных территорий.

Различные отходы собирают, транспортируют и вывозят на поверхность в вагонетках, в специальные полигоны для мусора.

Изначально при проектировании инженерных сетей проектировались по определенным маршрутам вдали от электролиний и очистных сооружений.

В промышленные районы, отделенные от селитебной территории санитарно - защитной зоной шириной более 1000метров, не следует включать предприятия с санитарно - защитной зоной до 100метров.

В санитарно-защитной зоне не допускается размещать жилые здания, детские дошкольные учреждения, общеобразовательные школы, учреждения здравоохранения и отдыха, спортивные сооружения, сады, парки, садоводческие товарищества и огороды.

Минимальную площадь озеленения санитарно-защитных зон следует принимать в зависимости от ширины зоны, %:

до 300 метров – 60%;

свыше 300 до 1000 метров – 50%;

свыше 1000 до 3000 метров – 40%;

Со стороны селитебной территории необходимо предусматривать полосу древесно-кустарниковых насаждений шириной не менее 50 метров, а при ширине зоны до 100 метров — не менее 20 метров. [26]

5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Возможные чрезвычайные ситуации, которые могут возникнуть при эксплуатации и техническом обслуживании главной водоотливной установки:

- обрушение и загазирование горных выработок;
- затопление подземных выработок;
- превышение предельно допустимых концентраций газов;
- внезапные выбросы метана и взрывы;
- рудничные пожары и попадание дыма поверхностных пожаров в шахту;
- остановка вентиляторов главного проветривания;
- остановка калориферной установки;
- общешахтное отключение электроэнергии;
- застревание в стволе клетки с грузом или с людьми.

При превышении предельно допустимых концентраций газов по показанием приборов аэрогазовой защиты. Люди должны покинуть рабочие места и следовать к запасному выходу, автоматически происходит отключение электроэнергии работающих механизмов.

1. Диспетчер, получив сообщение о возникновении аварии в шахте вызывает отделения горноспасателей «ВАСС Комір» – число отделений, которое предусматривается ПЛА для выполнения первоочередных задач в шахте.
2. Оповещаются лица и учреждения об аварии – согласно списка ПЛА.
3. Согласно, позиций ПЛА приступают к устранению возникшей аварии на шахте.

Ответственным руководителем ликвидации аварии является главный инженер шахты, а до его прибытия на шахту – горный диспетчер. Его распоряжения обязательны для всех лиц и организаций, участвующих в ликвидации аварии. [7]

Заключение по социальной ответственности

В ходе написания работы по разделу « Социальная ответственность» были затронуты вопросы в сфере техники безопасности, приведены опасные и вредные факторы на производстве, методы борьбы с ними. Порядок действия при возможных чрезвычайных происшествиях, рассмотрены вопросы экологической безопасности, главная цель безопасность труда работников.

Заключение

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы был проделан большой объем работы. Исследованы потребности предприятия, изучена литература про электроцентробежные насосы, производство насосов, конструкция насосов, правильная эксплуатация, монтаж, техническое обслуживание насосов и безопасность при обслуживании насосных установок.

Представлены сведения о компании на котором эксплуатируются электроцентробежные насосы. Дана характеристика главной водоотливной установки, какое оборудование применяется для работы насосной камеры.

Выполнены расчеты и подобран насос типа ЦНС 300–650, соответствующий параметрам и техническим характеристикам.

В разделе финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение проведена оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения, проанализирован анализ конкурентных технических решений, предоставлен SWOT – анализ объекта исследования. Определен бюджет научно – технического исследования и эффективность исследования.

В разделе социальная ответственность были затронуты правовые и организационные вопросы в области безопасности труда рабочих подземной группы. Дан анализ опасных и вредных производственных факторов в рабочей среде, рассмотрены вопросы экологической безопасности и безопасности в чрезвычайных ситуациях.

Список использованных источников

1. ГОСТ 12.0.230—2007 Безопасность труда. Система управления охраной труда;
2. ГОСТ 12.1.005-88 Общие санитарно – гигиенические требования к воздуху рабочей зоны;
3. ГОСТ 12.1.010-76 ССБТ. Взрывобезопасность. Общие требования;
4. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов;
5. ГОСТ 24346-80 Вибрация. Термины и определения;
6. ГОСТ 23337-78 (СТ СЭВ 2006-80) Шум (Общие требования безопасности);
7. ГОСТ 34-70-821-86 РД 34.03.605 Рекомендации по применению средств индивидуальной защиты для рабочих и служащих;
8. ГОСТ 380-2005 Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки.
9. ГОСТ Р 55733-2013 Освещение подземных горных выработок;
10. ГОСТ 8732-78 Трубы стальные бесшовные горячедеформированные;
11. Абдурашитов С.А. Насосы и компрессоры. М., «Недра», 1974. 296с.;
12. Артемьева Т.В. Гидравлика, гидромашины и гидропневмопривод: учеб. Пособие для студ. Высш. Учеб. Заведений, под ред. С.П. Стесина. – 2-е изд., стер.- М.: Издательский центр «Академия», 2006.- 336с.;
13. Башта Т.М., – Гидравлика, гидромашины и гидроприводы: Учебник для машиностроительных вузов, 3-е изд, стереотипное: М: «Издательский дом Альянс» 2009.- 423с.: ил.;
14. Белевич М.Ю. – Гидромеханика основы классической теории. Учебное пособие. Изд. РГГМУ, 2006.- 213с;
15. Видяев И.Г., Серикова Г.Н., Гаврикова Н.А. – Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие: Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. 36с

16. Гришко А.П. Стационарные машины. – Том 2 Рудничные водоотливные, вентиляторные и пневматические установки: Учебник для вузов.- М.: Издательство «Горная книга», 2007. 586с.: ил.
17. Ломакин А.А. - Центробежные и осевые насосы: издательство «Машиностроение» Москва 1966 351с.;
18. Киселев И.И. Крупные осевые и центробежные насосы. Монтаж, эксплуатация и ремонт. Справочное пособие. М., «Машиностроение», 1977, 184с.;
19. Кожевникова Н.Г., Практикум по гидравлике: Учеб. Пособие - В.Ф. – Москва: ИНФРА-М, 2014. – 428с.;
20. Осипов П.Е. Гидравлика и гидравлические машины 2-е переработанное, издательство «Лесная промышленность» Москва 1965 г. 532с.;
21. Попов В.М. Рудничные водоотливные установки. М., «Недра», 1972. 304с.;
22. Росляков Е.М. - Насосы. Вентиляторы. Кондиционеры: Справочник / Под Е.М. Рослякова. – Спб.: Политехника, 2006. – 822с: ил ISBN 5-7325-0794-9;
23. Трудовой кодекс Республики Казахстан статья 1 (от 01.01.2019);
24. Турк В.И. Насосы и насосные станции издание 2-е переработанное Москва 1961, 189с.;
25. Черкасский В.М. Насосы, вентиляторы, компрессоры: Учебник для теплоэнергетических специальностей вузов. – 2-е изд., перераб. И доп.-М.: Энергоатомиздат, 1984.-413с., ил.;
26. Экологический кодекс Республики Казахстан статья 199 (от 11.04.2019);
27. Хаджиков Р.Н. Горная механика учебник для техникумов. 6-е перераб. и доп. М.: Недра, 1982. 427с.;
28. Интернет ресурс [www.arcelormittal.kz].