

Школа Инженерная школа новых производственных технологий (ИШНПТ)
 Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология
 ООП/ОПОП Химический инжиниринг
 Отделение школы (НОЦ) Научно-образовательный центр Н.М. Кижнера

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

| |
|---|
| Тема работы |
| Реконструкция участка водоподготовки |

УДК 621.311.22:697.34:621.182.12

Обучающийся

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|------------------------------|---------|------|
| 3-4Г81 | Уразбахтина Динара Радиковна | | |

Руководитель ВКР

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-------------------------------|--------------|------------------------|---------|------|
| Профессор НОЦ Н.М. Кижнера | Тихонов В.В. | к.т.н. | | |

Консультант (при наличии)

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|-----|------------------------|---------|------|
| | | | | |

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|-----------------|------------------------|---------|------|
| Доцент | Верховская М.В. | к.э.н., доцент | | |

По разделу «Социальная ответственность»

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------------------|----------------|------------------------|---------|------|
| Старший преподаватель | Мезенцева И.Л. | | | |

Нормоконтроль (при наличии)

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|-----|------------------------|---------|------|
| | | | | |

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

| Руководитель ООП/ОПОП, должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|----------------------------------|--------------------------------|------------------------|---------|------|
| Доцент | Горлушко Дмитрий Александрович | к.х.н. | | |

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП/ОПО

| Код компетенции | Наименование компетенции |
|---|--|
| Универсальные компетенции | |
| УК(У)-1 | Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач |
| УК(У)-2 | Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений |
| УК(У)-3 | Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде |
| УК(У)-4 | Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах) |
| УК(У)-5 | Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах |
| УК(У)-6 | Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни |
| УК(У)-7 | Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности |
| УК(У)-8 | Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций |
| УК(У)-9 | Способен проявлять предприимчивость в профессиональной деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно-технической идеи |
| Общепрофессиональные компетенции | |
| ОПК(У)-1 | Способен и готов использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности |
| ОПК(У)-2. | Готов использовать знания о современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы |
| ОПК(У)-3. | Готов использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире |
| ОПК(У)-4 | Владеет пониманием сущности и значения информации в развитии современного информационного общества, осознанием опасности и угрозы, возникающих в этом процессе, способностью соблюдать основные |

| | |
|-------------------------------------|--|
| | требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны |
| ОПК(У)-5. | Владеет основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, навыками работы с компьютером как средством управления информацией |
| ОПК(У)-6 | Владеет основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий |
| Профессиональные компетенции | |
| ПК(У)-1 | Способен и готов осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции |
| ПК(У)-2 | Готов применять аналитические и численные методы решения поставленных задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств сферы профессиональной деятельности, использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей профессиональной области, пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров оборудования |
| ПК(У)-3 | Готов использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий, элементы экономического анализа в практической деятельности |
| ПК(У)-4 | Способен принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения |
| ПК(У)-5 | Способен использовать правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда, измерять и оценивать параметры производственного микроклимата, уровня запыленности и загазованности, шума, и вибрации, освещенности рабочих мест |
| ПК(У)-6 | Способен наладивать, настраивать и осуществлять проверку оборудования и программных средств |
| ПК(У)-7 | Способен проверять техническое состояние, организовывать профилактические осмотры и текущий ремонт оборудования, готовить оборудование к ремонту и принимать оборудование из ремонта |
| ПК(У)-8 | Готов к освоению и эксплуатации вновь вводимого оборудования |
| ПК(У)-9 | Способен анализировать техническую документацию, подбирать оборудование, готовить заявки на приобретение и ремонт оборудования |
| ПК(У)-10 | Способен проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа |

| | |
|----------|--|
| ПК(У)-11 | Способен выявлять и устранять отклонения от режимов работы технологического оборудования и параметров технологического процесса |
| ПК(У)-21 | Готов разрабатывать проекты в составе авторского коллектива |
| ПК(У)-22 | Готов использовать информационные технологии при разработке проектов |
| ПК(У)-23 | Способен проектировать технологические процессы с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства в составе авторского коллектива |

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

Школа Инженерная школа новых производственных технологий
 Направление подготовки (ООП/ОПОП) 18.03.01 Химическая технология (Химический инженеринг)
 Отделение школы (НОЦ) Научно-образовательный центр Н.М. Кижнера

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП/ОПОП
 _____ Горлушко Д.А.
 (Подпись) (Дата) (ФИО)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

| | |
|---------------|------------------------------|
| Группа | ФИО |
| 3-4Г81 | Уразбахтина Динара Радиковна |

Тема работы:

| | |
|--|---------------------------------|
| <i>Реконструкция участка водоподготовки</i> | |
| <i>Утверждена приказом директора (дата, номер)</i> | <i>№ 34-95/с от 03.02.2023.</i> |

| | |
|--|--|
| Срок сдачи обучающимся выполненной работы: | |
|--|--|

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

| <p>Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к функционированию (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.)</i></p> | <ol style="list-style-type: none"> 1) Объект проектирования – участок водоподготовки; 2) Данные для расчета механического фильтра и установки обратного осмоса <p>Таблица 1 — Технологические параметры для расчета</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 10px;"> <thead> <tr> <th style="width: 5%;">№</th> <th style="width: 85%;">Параметр</th> <th style="width: 10%;">значени е</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">Давление в фильтре, МПа</td> <td style="text-align: center;">0,7</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">Давление в установке обратного осмоса, МПа</td> <td style="text-align: center;">0,7</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">Температура исходной воды, °С</td> <td style="text-align: center;">20</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">Производительность, м³/ч</td> <td style="text-align: center;">9</td> </tr> </tbody> </table> <ol style="list-style-type: none"> 3) Режим работы – непрерывный; 4) Вид сырья - вода 5) Требования к продукту - СанПиН 1.2.3685-21, СанПиН 2.1.4.559-96. | № | Параметр | значени е | 1 | Давление в фильтре, МПа | 0,7 | 2 | Давление в установке обратного осмоса, МПа | 0,7 | 3 | Температура исходной воды, °С | 20 | 4 | Производительность, м ³ /ч | 9 |
|---|---|--------------|----------|--------------|---|-------------------------|-----|---|--|-----|---|-------------------------------|----|---|---------------------------------------|---|
| № | Параметр | значени е | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Давление в фильтре, МПа | 0,7 | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Давление в установке обратного осмоса, МПа | 0,7 | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Температура исходной воды, °С | 20 | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Производительность, м ³ /ч | 9 | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Перечень разделов пояснительной записки подлежащих исследованию, проектированию и разработке <i>(аналитический обзор литературных источников с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования,</i></p> | <p>Реферат; Введение;</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Литературный обзор; 2) Технологические расчеты; 3) Конструктивный и механический расчет; | | | | | | | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| <i>конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе)</i> | 4) Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение; 5) Социальная ответственность; Заключение; Список использованных источников; |
| Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i> | |
| Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i> | |
| Раздел | Консультант |
| «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» | Верховская Марина Витальевна, кандидат экономических наук, отделение социально-гуманитарных наук |
| «Социальная ответственность» | Мезенцева Ирина Леонидовна, старший преподаватель, отделение общетехнических дисциплин ТПУ |
| Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке: | |
| - | |

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

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-------------------------------|--------------|------------------------|---------|------|
| Профессор НОЦ Н.М. Кижнера | Тихонов В.В. | К.Х.Н. | | |

Задание принял к исполнению обучающийся:

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|------------------|---------|------|
| 3-4Г81 | Уразбахтина Д.Р. | | |

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

Студенту:

| | |
|---------------|------------------------------|
| Группа | ФИО |
| 3-4Г81 | Уразбахтина Динара Радиковна |

| | | | |
|--------------------------------|--|----------------------------------|---|
| Школа | Инженерная школа новых производственных технологий | Отделение школы (НОЦ) | Научно-образовательный центр Н.М. Кижнера |
| Уровень образования | бакалавриат | Направление/специальность | 18.03.01 Химическая технология |

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

| | |
|---|---|
| <i>1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i> | <i>Материально-технические ресурсы: компьютер (50000р); лицензия КОМПАС-3D v16.1 НОМЕ (1год – 1300р); лицензия MicrosoftOffice (4364р); энергетические ресурсы: ЭЭ (5,25 р/КВт)</i> |
| <i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i> | <i>1,3 – районный коэффициент</i> |
| <i>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i> | <i>НДС – 20%; Затраты на единый социальный налог (ЕСН) – 30%</i> |

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

| | |
|---|-----|
| <i>1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i> | ... |
| <i>2. Планирование и формирование бюджета научных исследований</i> | ... |
| <i>3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой,</i> | ... |

| | |
|--|--|
| бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования | |
|--|--|

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. График Ганта (Линейный график работ)

| | |
|--|------------|
| Дата выдачи задания для раздела по линейному графику | 20.02.2023 |
|--|------------|

Задание выдал консультант:

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|-----------------|------------------------|---------|------|
| доцент | Верховская М.В. | К. э. н., доцент | | |

Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|------------------|---------|------|
| 3-4Г81 | Уразбахтина Д.Р. | | |

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

| | | | |
|----------------------------|--|--|---|
| Группа 3-4Г81 | | ФИО Уразбахтина Динара Радиковна | |
| Школа | Инженерная школа новых производственных технологий | Отделение (НОЦ) | Научно-образовательный центр Н.М. Кижнера |
| Уровень образования | Бакалавриат | Направление/специальность | 18.03.01 Химическая технология |

Тема ВКР:

Реконструкция участка водоподготовки

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

| | |
|---|---|
| <p>Введение</p> <p>– Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения.</p> <p>– Описание рабочей зоны (рабочего места) при эксплуатации</p> | <p><i>Объект исследования является участок водоподготовки</i></p> <p><i>Область применения:</i> химическая промышленность.</p> <p><i>Рабочая зона:</i> производственное помещение.</p> <p><i>Размеры помещения:</i> 30*20 м.</p> <p><i>Количество и наименование оборудования рабочей зоны:</i> фильтры грубой и тонкой очистки, аэрационные колоны, антибиотические фильтра, добавление умягчителей</p> <p><i>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне:</i> загрузка не годной воды, получение очищенной воды.</p> |
|---|---|

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

| | |
|---|--|
| <p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</p> <p>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</p> | <p>"Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 19.12.2022, с изм. от 11.04.2023) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2023)</p> <p>ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ. Оборудование производственное. Общие эргономические требования.</p> |
| <p>2. Производственная безопасность при эксплуатации:</p> <p>– Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов</p> | <p>Опасные факторы:</p> <p>– Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий, включая действие молнии и высоковольтного разряда в виде дуги, а также электрического разряда живых организмов;</p> <p>Вредные факторы:</p> <p>– Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего:</p> |

| | |
|---|--|
| | <p>температурой и относительной влажностью воздуха, скоростью движения (подвижностью) воздуха относительно тела работающего, а также с тепловым излучением окружающих поверхностей, зон горения, фронта пламени, солнечной инсоляции;</p> <ul style="list-style-type: none"> – Производственные факторы, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания, то есть с аномальным физическим состоянием воздуха (в том числе пониженной или повышенной ионизацией) и (или) аэрозольным составом воздуха. – Повышенный уровень шума; – Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения; – Производственные факторы, обладающие свойствами химического воздействия на организм работающего человека, называемые для краткости химическими веществами, представляют из себя физические объекты (или их составные компоненты) живой и неживой природы, находящиеся в определенном физическом состоянии и обладающие такими химическими свойствами, которые при взаимодействии с организмом человека в рамках биохимических процессов его функционирования приводят к повреждению целостности тканей организма и (или) нарушению его нормального функционирования. <p><i>Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов:</i> оградительные устройства; защитные заземления; изолирующие устройства и покрытия; устройства автоматического контроля и сигнализации; знаки безопасности, вентиляции и очистки воздуха; удаления токсичных веществ. Респираторы, костюмы, ботинки, перчатки, рукавицы, противошумные вкладыши, противошумные наушники.</p> |
| <p>3. Экологическая безопасность при эксплуатации</p> | <p><i>Воздействие на гидросферу:</i> сточные воды от мойки оборудования после каждой производственной смены.</p> |
| <p>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при эксплуатации</p> | <p><i>Возможные ЧС:</i> пожары и взрывы, химическая авария, гидродинамическая авария, внезапное обрушение здания, аварии на коммунальных системах.</p> <p><i>Наиболее типичная ЧС:</i> пожар</p> |
| <p>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</p> | <p>15.04.2023</p> |

Задание выдал консультант:

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|--------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|----------------|-------------|
| Старший преподаватель | Мезенцева Ирина Леонидовна | | | |

Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|---------------|------------------------------|----------------|-------------|
| 3-4Г81 | Уразбахтина Динара Радиковна | | |

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

Школа Инженерная школа новых производственных технологий
 Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология
 ООП Химический инжиниринг
 Отделение школы (НОЦ) Научно-образовательный центр Н.М. Кижнера
 Период выполнения осенний / весенний семестр 2022/2023 учебного года

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

| Группа | ФИО |
|--------|------------------------------|
| 3-4Г81 | Уразбахтина Динара Радиковна |

Тема работы:

| Реконструкция участка водоподготовки | | |
|--|--|------------------------------------|
| Срок сдачи обучающимся выполненной работы: | | |
| Дата контроля | Название раздела (модуля) / вид работы (исследования) | Максимальный балл раздела (модуля) |
| 15.03.2022 г. | Введение | 10 |
| 05.04.2022 г. | Литературный обзор. Технологическая схема. | 20 |
| 07.05.2022 г. | Технологический расчет мембраны и фильтра. Конструкционный и механический расчет: выбор конструкционных материалов, определение толщины стенок аппарата, расчет опор аппарата. | 40 |
| 06.06.2022 г. | Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение». Раздел «Социальная ответственность». Заключение. | 10 |

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|-----------------------------|------------------------|---------|------|
| Доцент | Тихонов Виктор Владимирович | к.т.н. | | |

Консультант (при наличии)

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|-----|------------------------|---------|------|
| | | | | |

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|--------------------------------|------------------------|---------|------|
| Доцент | Горлушко Дмитрий Александрович | к.х.н. | | |

Обучающийся

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|---------------|---------------------------------|----------------|-------------|
| 3-4Г81 | Уразбахтина Динара Радиковна | | |

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 98 с., 13 рис., 13 табл., 30 источников.

Ключевые слова: обратный осмос, механический фильтр, водоподготовка, обессоливание, вода.

Объектом разработки являются установка обратного осмоса и механический фильтр, которые нужны в технологической схеме ТЭЦ для очистки воды.

Цель работы – рассмотрение процесса обессоливания воды в промышленности и оборудование, необходимое для этого, его выбор и расчет.

В ходе работы проводились технологические и механические расчеты для определения размеров и конструкции аппарата. В результате разработки были спроектированы обратный осмос и фильтр.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: внутренний диаметр корпуса мембраны 203 мм, температура воды 20 °С, внутренний диаметр корпуса фильтра – 151 мм, температура воды 20 °С

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| ВВЕДЕНИЕ..... | 17 |
| Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки..... | 19 |
| 1 Литературный обзор..... | 20 |
| 1.1 Новосибирская ТЭЦ-4..... | 20 |
| 1.2 Действующая схема водоподготовки на НТЭЦ-4..... | 23 |
| 1.3 Механический фильтр..... | 26 |
| 1.4 Установка утрафилтрации..... | 28 |
| 1.5 Установка Амберпак..... | 29 |
| 1.6 Обессоливание..... | 31 |
| 1.7 Реконструкция участка водоподготовки ХЦ НТЭЦ-4..... | 34 |
| 1.8 Обратный осмос..... | 35 |
| 1.9 Обратноосмотические мембраны..... | 38 |
| 2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ АППАРАТА..... | 41 |
| 2.1 Выбор конструкционных материалов..... | 41 |
| 2.2 Механический расчет мембраны..... | 41 |
| 2.3 Определение толщин стенок аппарата..... | 43 |
| 2.4 Механический расчет фильтра..... | 46 |
| 2.4.1 Определение толщин стенок аппарата..... | 46 |
| 2.4.2 Укрепление отверстий..... | 48 |
| 2.4.2.1 Укрепление отверстий в обечайке..... | 48 |
| 2.4.2.2 Укрепление отверстий в днище..... | 49 |
| 2.4.3 Расчет на прочность и герметичность фланцевых соединений..... | 50 |
| 2.4.3.1 Расчет усилия в болтах (шпильках) фланцевого соединения при затяжке и в рабочих условиях..... | 51 |
| 2.4.3.2 Проверка прочности болтов (шпилек) и прокладки..... | 55 |
| 2.4.3.3 Расчет фланцев на статическую прочность..... | 58 |
| 2.4.3.4 Проверка углов поворота фланцев..... | 60 |
| 2.5 Расчет опор аппарата..... | 61 |

| | | |
|-----|--|----|
| 3 | ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ..... | 63 |
| 3.1 | Организация и планирование работ..... | 63 |
| 3.2 | Расчет сметы затрат на выполнение проекта..... | 70 |
| 3.3 | Расчет прибыли | 76 |
| 3.4 | Оценка экономической эффективности проекта..... | 76 |
| 3.5 | Выводы по разделу | 82 |
| 4 | СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ..... | 83 |
| 4.1 | Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности | 84 |
| 4.2 | Производственная безопасность | 85 |
| 4.3 | Экологическая безопасность | 92 |
| 4.4 | Безопасность в чрезвычайных ситуациях | 92 |
| 4.5 | Выводы по разделу | 94 |
| | ЗАКЛЮЧЕНИЕ | 95 |
| | СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ | 96 |

ВВЕДЕНИЕ

ТЭЦ предназначена для подачи воды, тепла и электричества в дома потребителей и на предприятия. Принцип работы заключается в непрерывной циркуляции теплоносителя по замкнутой или открытой система водоразбора.

Котлы и турбины основное оборудование ТЭЦ. На ТЭЦ – 4 есть 2 очереди, на котором расположены по 4 котла и 3 турбины с разными параметрами производительности. На 2-ой очереди в котлах происходит нагрев воды до температуры 510 °С, а на 3-ей очереди 550 °С [2].

Принцип работы котла заключается в следующем - вода перегревается, превращаясь в пар, который затем идет в турбину. В турбине мощный поток пара заставляет ее вращаться, приводя в движение ротор генератора, который преобразует механическую энергию в электрическую. Затем, пар попадает в конденсатор, где он, охлаждаясь, опять становится водой. Затем насосом перекачивается в деаэратор, где вода освобождается от газов – кислорода и CO₂, которые могут вызвать коррозию. После этого вода вновь подогревается и подается обратно в котел.

Т.к. в котле вода нагревается до высоких температур, это вызывает образование твердых осадков солей, которые при большом скоплении могут навредить как котлу, так и турбине. Отложения любого состава на внутренних стенках труб в виде накипи сужают внутренний диаметр труб внутри котла, по которым двигается вода. Тем самым повышается риск преждевременного износа оборудования, так же, снижается производительность, увеличивается расход топлива (на ТЭЦ-4 основное топливо – уголь и мазут, газ используют редко) [2].

Одно из требований для обеспечения надежной эксплуатации ТЭЦ – это поддержание правильного водно-химического режима. Он определяется показателями качества основных потоков воды, пара и конденсата, а также, их нормативными значениями. Все это строго регламентируется как производителями оборудования, так и нормативными документами. При

реализации водно-химического режима осуществляют химическую подготовку воды по программе, в которую входит предварительная очистка воды, добавление различных ингибиторов коррозии, а также, коррекционная обработкой воды.

Объектом исследования является участок водоподготовки на ТЭЦ.

Цель работы – разработка механического фильтра и установки обратного осмоса для предварительной очистки воды.

Для достижения поставленной цели в работе решаются следующие основные задачи:

- рассмотреть теоретические основы водоподготовки на ТЭЦ;
- дать характеристику объекта исследования;
- провести расчет механического фильтра и установки обратного осмоса.

Также в работе рассматриваются разделы «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» и «Социальная ответственность».

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

- ТЭЦ – теплоэлектроцентраль;
- ГРЭС – государственная районная электростанция;
- ГТЭС – газотурбинная электростанция;
- НТЭЦ-4 – Новосибирская ТЭЦ-4;
- ХВО – 1, 2 – химводоочистка;
- ХЦ – химический цех;
- СГК - Сибирская генерирующая компания;
- СУЭК – Сибирская угольная энергетическая компания;
- НЗХК – Новосибирский завод химконцентратов;
- ВХР – водно-химический режим;
- ADI - Advanced Amberpack ADI;
- БИВ – бак исходной воды;
- БФВ – бак фильтрованной воды;
- БОВ – бак обессоленной воды;
- НЦВ – насос цирк воды;
- НИВ – насос исходной воды;
- НФВ – насос фильтрованной воды;
- НОВ – насос обессоленной воды;
- ДПВ – деаэратор питательной воды;
- ЦТП – центральный тепловой пункт.

1 Литературный обзор

1.1 Новосибирская ТЭЦ-4

НТЭЦ-4 входит в группу «СГК» — это энергетический холдинг, входящий в группу компаний АО «СУЭК», которая осуществляет свою деятельность на территории Алтайского края, Кемеровской области, Красноярского края, Новосибирской области, Свердловской области, Приморского края, Республики Хакасии и Республики Тувы.

Основные виды деятельности — производство тепло- и электроэнергии, передача и поставка тепла и горячего водоснабжения потребителям. В состав группы входят шесть ГРЭС, одна ГТЭС и двадцать ТЭЦ.

В Новосибирский филиал СГК входят энергопредприятия, расположенные на территории Новосибирской области. Их суммарная установленная мощность по электроэнергии — 2 523 МВт, по теплу — 7 188 Гкал/час. Это Новосибирская ТЭЦ-2, ТЭЦ-3, ТЭЦ-4, ТЭЦ-5, Барабинская ТЭЦ, теплосетевая компания.

История Новосибирской ТЭЦ-4 начиналась в составе Новосибирского завода НЗХК. В 1952 году был запущен в работу первый турбоагрегат. В 1960 году станция была передана на баланс Новосибирской энергосистемы, и сейчас НЗХК является потребителем промышленного пара 1-й категории. С 2018 года на ТЭЦ ведется большая работа по ремонтам оборудования с доведением его состояния до проектных значений [9].



Рисунок 1 – Новосибирская ТЭЦ-4

ТЭЦ-4 обеспечивает теплом и горячей воды жителей Калининского, Заельцовского и Дзержинского районов Новосибирска. На долю станции приходится примерно 12% выработки электроэнергии в масштабах региона. Основное топливо - каменный уголь.

На станции 8 котлов и 6 турбоагрегатов. В зоне обслуживания ТЭЦ-4 система теплоснабжения открытая, т.к. один из выводов выполнен с непосредственным водоразбором, что требует более тщательного контроля за качеством воды, например, на микробиологические показатели. Такая система теплоснабжения – это система, в которой горячая вода нагревается в ТЭЦ и отбирается из тех же труб, по которым течет вода к отопительным приборам к потребителю, а после, возвращается обратно на станцию, и поступает обратно в систему [2].

Исходной водой на НТЭЦ-4 является вода из реки Обь, водовода «Камешки» и питьевой воды с НЗХК [9]. Эта вода должна удовлетворять требованиям таких документов, как СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания" и СанПиН 2.1.4.559-96 «Питьевая вода и водоснабжение населенных мест. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества».

Однако, качества воды все же не хватает для того, чтобы обеспечить качественный ВХР на ТЭЦ. Поэтому, на станции дополнительно очищают воду от солей, которые образуют накипь и вызывают ржавчину в трубах котла, а также, на лопатках ротора в турбине.

В связи с этим, назначением химического цеха является обеспечение качества технической воды, исходной воды, забираемой из водотоков (водоемов), для подготовки растворов и использования их в системе очистки котлов и поверхностей нагрева, для обеспечения очистки сточных вод от взвешенных веществ и качества очистки стоков на выпусках в открытые водные объекты.

Химический цех Новосибирской ТЭЦ-4 разделен на два участка водоподготовки. Первый – это ХВО – 1, там происходит водоподготовка посредством ионообменного фильтра Na-катионирования с целью умягчения воды для горячего водоснабжения тепловых сетей. Второй участок – это ХВО – 2, здесь вода подготавливается для подпитки котлов и турбин с помощью фильтров ADI, очищаясь от солей и CO_2 [9].

ХЦ, являясь неотъемлемой частью энергетического процесса при выработке электрической энергии, уже в течении 71 года обеспечивает надежную подпитку подготовленной водой котлоагрегатов станции и тепловой сети города. За это время изменилось оборудование цеха.



Рисунок 2 – Химический цех, установка ADI

Первая водоочистка состояла из трех фильтров, работавших по системе совместного водород-катионирования. Вторая водоочистка – коагуляция совместно с обескремниванием в осветлителе и параллельное водород-натрий-катионирование. После реконструкции в 2006 году установлена водоподготовительная установка «Амберпак» для подпитки котлов.

1.2 Действующая схема водоподготовки на НТЭЦ-4

Раньше на участке водоподготовки на Новосибирской ТЭЦ-4 стояло такое оборудование, как механический фильтр грубой очистки, который задерживает частицы песка, установка ультрафильтрации, необходимая для предварительной очистки воды посредством ее продавливания через полупроницаемую капиллярную мембрану, задерживающую не растворимые в воде микропримеси, а также, установка ADI, в которой происходит непрерывное обессоливание воды.

Так как это оборудование было установлено в 2006 году, без должного контроля и финансовой возможности заметить изношенные элементы, оно вышло из эксплуатации и находится в резерве. На данный момент, в механическом фильтре сломана сетка, и ее невозможно заменить в связи с отсутствием обученного персонала, а в установке ультрафильтрации мембраны исчерпали свой срок службы, водоподготовка на Новосибирской ТЭЦ-4 включает в себя только один этап очистки.

Проводится он с помощью установки ADI, которая разработана компанией Rohm and Haas (США). В установке происходит непрерывное обессоливание воды, в которой применяется фрактальная распределительная система в каждом фильтре.

Преимущества этой установки:

1. Компактность. Размеры системы всего – 1.7 метра в ширину, 2.3 метра в ширину и 10.6 метров в длину. Такие размеры позволяют разместить установку в небольшом пространстве, не затрачивая деньги для постройки нового здания.
2. Высокое качество. Сконструирован из высококачественных элементов для максимальной износостойкости. Внутри установлены гуммированные фильтры из углеродистой стали.
3. Высокая эффективность. Амберпак работает с выходом воды 98%.
4. Полная авторизованная система.

5. Предварительно смонтирован и готов к установке [1].

Схема водоподготовки:

Вода, подогретая в конденсаторах турбин 2 очереди, НЦВ №1, 2 подается в БИВ-1, 2, отсюда НИВ №1, 2, 3 подается в механический фильтр, затем в установку ультрафильтрации. Фильтрованная воды собирается в БФВ № 1, 2, откуда НФВ № 1, 2, 3 подается на модульную установку ADI. Обессоленная вода на выходе из Амберпаков собирается в БОВ № 1, 2 и НОВ № 1, 2, 3 подается в ДПВ 3-ей очереди [9].

Технологическая схема представлена на рисунке 3.

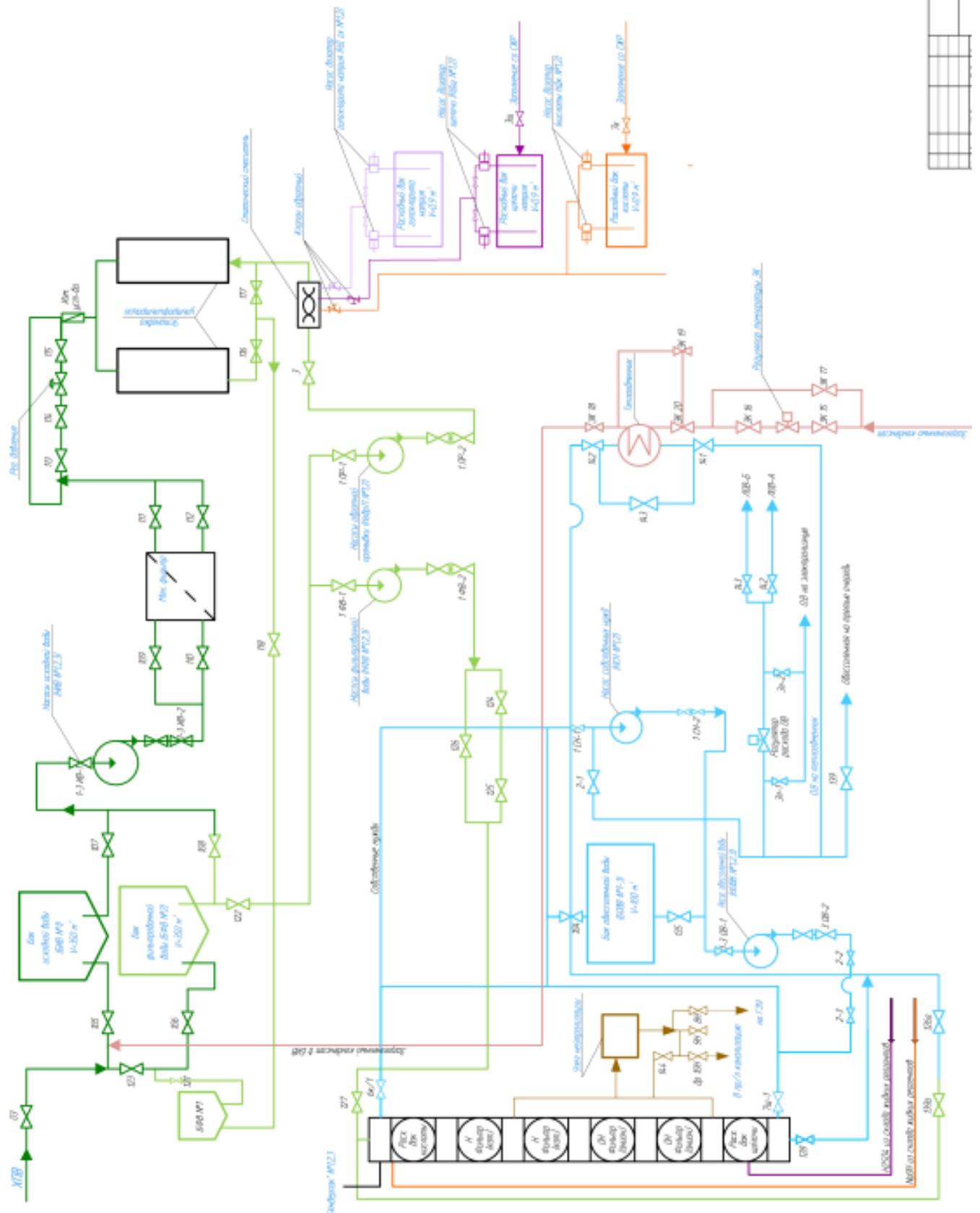


Рисунок 3 - Технологическая схема участка водоподготовки.

Рассмотрим каждый участок схемы более подробно.

1.3 Механический фильтр

Весь процесс водоподготовки разделен на этапы, так как необходимо более глубокое очищение для того, чтобы не было коррозии оборудования и отложений на трубах. В каждом происходит очистка от разных видов загрязнений.

В воде, поступающей на ТЭЦ-4, присутствуют механические загрязнения, типа песка. Их присутствие в воде значительно сокращает срок службы элементов фильтрации.

Поэтому, изначально, такой фильтр и являлся частью водоподготовки.

Он предназначен для очистки воды от механических примесей (взвешенных частиц песка, окалины, крупных продуктов коррозии) и может использоваться на обратном трубопроводе тепловой сети в котельных, на вводах в ЦТП, абонентских вводах холодного и горячего водоснабжения, технологических потоках воды, элеваторных узлах, а также для предварительной очистки воды перед фильтрами на водозаборах [2].

Механический фильтр представляет собой цилиндрический корпус вертикального исполнения с патрубками входа и выхода с фланцевым соединением.

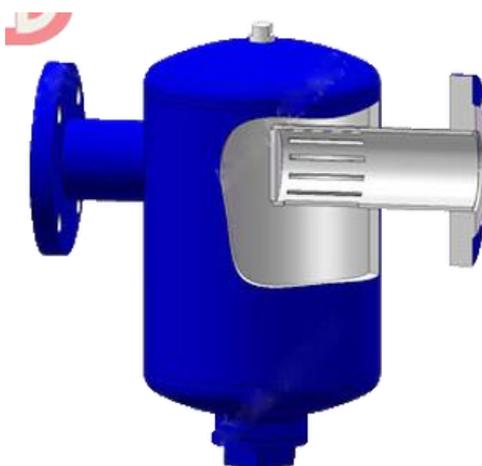


Рисунок 4 – Старый механический фильтр

Очистка воды от механических примесей в фильтре происходит за счет комбинированного использования естественных сил инерции потока и

гравитации с применением грубой сетки из нержавеющей стали в качестве фильтрующего элемента.

Принцип действия заключается в следующем: жидкость через патрубок попадает во внутреннюю полость - отстойник, где крупные частицы оседают на дно. Далее жидкость проходит через сетчатый фильтр, который установлен в выходном патрубке грязевика. После этого вода, топливо, или другая жидкость поступает на конечный пункт назначения, или вновь продолжает транспортироваться по трубам дальше до следующего фильтра. Механические фильтры задерживают частицы, размер которых более 130 мкм [28].

1.4 Установка ультраfiltrации

Установка ультраfiltrации предназначена для предварительной очистки воды посредством ее продавливания через полупроницаемую капиллярную мембрану, задерживающую не растворимые в воде микропримеси.

Качество очищенной, проникшей через мембрану, воды (фильтрата) зависит от многих параметров, в частности, от качества исходной воды, режима работы установки и содержания оборудования.

Блоки ультраfiltrации являются основной составной частью установки ультраfiltrации. Именно в них происходит процесс очистки исходной воды от примесей. Каждый блок состоит из 24-х ультраfiltrационных модулей, расположенных в два ряда параллельно. Многоканальные мембраны *inge Multibore* представляют из себя волокна с семью внутренними каналами, которые, благодаря наличию вспененной межканальной структуры – мембранной подложки, имеют гораздо более высокие прочностные характеристики по сравнению с обычными волокнами. Внутренний диаметр каждого капилляра многоканального волокна *Multibore* составляет 0,9 мм [3].



Рисунок 5 – Установка ультраfiltrации

Для увеличения степени очистки воды и срока службы мембран перед блоками ультраfiltrации расположен блок механической очистки воды (AZUD).

1.5 Установка Амберпак

Это блочная система обессоливания воды, которая использует в своей работе сильные катиониты, марок КУ-2 и КУ-2-8, и сильные аниониты, марок АВ-17-8, разработанная компанией Rohm and Haas (США).

Фильтрованная исходная вода в начале снизу вверх проходит катионит. При этом катионы исходной воды заменяются на ионы водорода. Затем вода проходит через мембранный декарбонизатор, где удаляется часть CO_2 (60 % - 90 %). Вода проходит через анионит снизу вверх. На этой стадии анионы воды заменяются на гидроксид-ионы. При соединении ионов водорода и гидроксид-ионов образуется вода.

При противоточной технологии ионирования наиболее хорошо отрегенированный катионит расположен в том слое, который находится на выходе из фильтра. Обрабатываемая вода проходит слои ионита со всё более увеличивающейся глубиной регенерации, то есть концентрационный напор сохраняется по всему пути воды. Тем самым обеспечивается высокое качество умягчения и деминерализации, наиболее полно используется рабочая обменная емкость ионита, уменьшается расход реагентов, воды на собственные нужды и сточных вод [1].

В настоящее время известны несколько конструкций противоточного фильтрования, принципиально различающихся по направлениям потоков: поток воды – снизу вверх, регенерация – сверху вниз; поток воды – сверху вниз, регенерация – снизу вверх.

На ТЭЦ-4 цепочки получают исходную воду снизу, обработка ведётся в направлении снизу вверх, обработанная вода выходит сверху.

Каждая цепочка обессоливания системы ADI содержит 2 одинаковых плоскодонных фильтров с резиновым внутренним покрытием и с фрактальными распределительными системами в верхней и нижней части каждого фильтра. Цепочки разработаны для параллельной парной работы.

Так, катионный фильтр А всегда питает анионный фильтр А и, соответственно, катионный фильтр В всегда питает анионный фильтр В.

В рабочем режиме исходная вода обессоливается при пропускании её через регенерированные катионообменный и анионообменный фильтры. Исходная вода подаётся снизу в катионообменный фильтр так, что вода поднимается вверх фильтра. После этого вода поступает во вход декарбонизатора, в котором она движется вниз через мембранные ячейки декарбонизации. Из выходного сборника декарбонизатора вода попадает в нижний вход анионообменного фильтра, в котором движется вверх к выходу из него, а оттуда – в бак обессоленной воды.

Каждый фильтр рассчитан на определённую выработку обессоленной воды в кубических метрах. Эта выработка зависит более всего от количества растворённых в исходной воде солей (солёности). Когда смола истощается, качество обработанной воды быстро падает. Катионит нужно регенерировать соляной или серной кислотой, а анионит – гидроксидом натрия. Регенерация производится автоматически и включает в себя введение кислоты и каустика, вытеснительную и циркуляционную отмывку. После регенерации цепочка устанавливается в режим ожидания [1].

1.6 Обессоливание

Обессоливание – удаление растворённых ионов (солей) из воды при ионном обмене. Установка Advanced Amberpack включает в себя 2 цепочки обессоливания, в каждую из которых входит катионит и анионит для обессоливания воды [1].

Система обессоливания способна удалять ионизованные растворённые вещества (обычно соли) и производить воду высокой чистоты. Растворённые соли находятся в воде в виде ионов – с положительным электрическим зарядом (катионы) или отрицательным (анионы). Металлы, например, кальций, натрий, магний, - встречаются в виде катионов. Другие, отрицательно заряженные компоненты солей – хлориды, карбонаты, сульфаты, - являются анионами.

Для проведения процесса требуется поэтапное удаление. В нём применяются синтетические смолы, либо кислотные (катиониты), либо основные (аниониты).

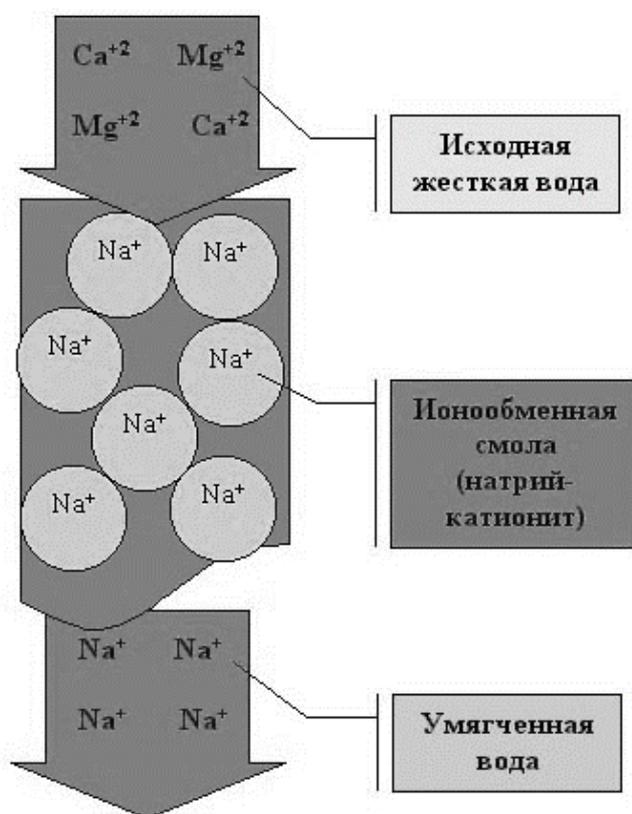


Рисунок 6 – Процесс обессоливания

Фильтрованная исходная вода в начале снизу вверх проходит катионит. При этом катионы исходной воды заменяются на ионы водорода. Затем вода проходит через мембранный декарбонизатор, где удаляется часть CO₂ (60 % - 90 %). Вода проходит через анионит снизу вверх. На этой стадии анионы воды заменяются на гидроксид-ионы. При соединении ионов водорода и гидроксид-ионов образуется вода.

Удаление катионов [1]:

При катионном обмене выделяются ионы водорода. Это показано ниже в виде химических формул, где символ R представляет собой полимерную структуру смолы:



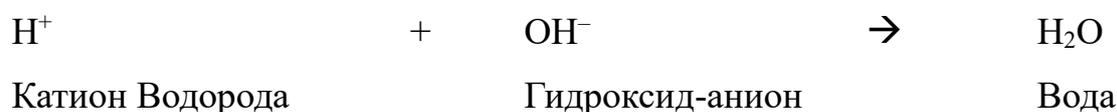
Удаление Анионов [1]:

На второй ионообменной стадии частично декарбонизированная вода, содержащая кислоту, пропускается через анионит. Анионы заменяются на гидроксид-ионы. Эти гидроксид-ионы соединяются с ионами водорода, образуя воду:

Реакции, происходящие на анионите [1]:



В заключение [1]:



Время от времени требуется проводить замену ионитов в катионном и анионном фильтрах. Это устанавливается по снижению эффективности работы установки или по росту перепада давления, когда регенерации не исправляют этих проблем. Ожидаемый срок эксплуатации смол: катионит от 3 до 5 лет, анионит от 1 до 3 лет. Срок эксплуатации смол сокращается из-за присутствия в обрабатываемой воде окислителей, органических веществ и соединений железа.

На ТЭЦ – 4 смолы меняются каждый год в ремонтный период на станции, когда заканчивается отопительный сезон.

1.7 Реконструкция участка водоподготовки ХЦ НТЭЦ-4

Выше уже упоминалось о том, что на станции не работают важные участки водоподготовки, такие как, механический фильтр и установка ультрафильтрации.

Это привело к значительному увеличению количества регенерации смол в фильтрах Амберпак и, соответственно, увеличению потребления реагентов на регенерацию. Из-за этого увеличились финансовые затраты на закупку реагентов.

В связи с этим, руководством станции было принято решение произвести реконструкцию участка водоподготовки. То есть, поставленная задача звучала следующим образом - необходимо было вернуться к старой технологической схеме, включив туда новый улучшенный механический фильтр, обучить персонал качественному и своевременному обслуживанию, и заменить установку ультрафильтрации на установку обратного осмоса.

Это решение принято на основании того, что в установке ультрафильтрации мембраны зарубежного производителя, и ее дешевле демонтировать полностью, чем закупить мембраны, и установить вместо нее новую установку обратного осмоса с мембранами российского производителя.

Так же, после установки обратного осмоса на ТЭЦ ожидается снижение потребления реагентов для регенерации смол в ADI, т.к. будет происходить более тщательное очищение воды.

Например, на ТЭЦ – 4 реагентов используется около 300 - 500 тонн в год, а на ТЭЦ – 2, где установлен обратный осмос, 30 - 50 тонн. Это существенная экономия.

Рассмотрим установку обратного осмоса более подробно.

1.8 Обратный осмос

Обработка воды очень влияет на процесс работы всей станции. Она определяет экономичность эксплуатации, а также, защитные функции установки.

Системы разделения жидких сред должны быть высокоизбирательными. Именно поэтому наиболее популярным методом является водоподготовка для производства, которая основана на мембранных способах.

К таким способам относятся:

1. обратный осмос;
2. нанофльтрацию;
3. ультрафльтрацию;
4. микрофльтрацию.

Технология водоподготовки на ТЭЦ с использованием обратного осмоса пользуется все большим спросом и популярностью среди предприятий [4].

Например, в Новосибирске, на 2-ух станциях установлена такая система очистки воды.

Принцип обратного осмоса заключается в том, что два раствора с разным содержанием солей разделяются с помощью мембраны, у которой размер ячеек равен размеру молекулы. Под давлением молекулы воды проходят через мембрану, а молекулы солей остаются на ней. В итоге, на выходе из установки получается очищенная или обессоленная вода.

В связи с тем, что усилился контроль за сбросными водами, рекомендуется использовать без реагентные методы очистки воды, или постараться минимизировать количество реагентов. Из-за этого советуют внедрять мембранные методы очистки воды.

Они включают в себя такие методы как:

1. Обратный осмос применяется для умягчения и очистки воды (размер пор менее 0,001 мкм, рабочее давление 0,5–8,0 МПа);

2. Нанофильтрация используется для отделения красителей, пестицидов, гербицидов, сахарозы, некоторых растворенных солей, органических веществ и вирусов (с размером пор от 0,001 до 0,01 мкм, рабочее давление 0,5–8,0 МПа);

3. Ультрафильтрация применяется для отделения некоторых коллоидов, вирусов, угольной сажи и разделения на фракции молока (с размером пор от 0,01 до 0,1 мкм, рабочее давление 0,2–1,0 МПа);

4. Микрофильтрация используется для отделения некоторых вирусов и бактерий, тонкодисперсных пигментов, пыли активных углей, асбеста, красителей и разделения водомасляных эмульсий (с размером пор 0,1 - 1,0 мкм, рабочее давление от 0,01 до 0,2 МПа) [4].

Обратный осмос – это процесс, который заключается в принудительной фильтрации жидкости под давлением превышающее осмотическое (6-85 бар в зависимости от солесодержания), через полупроницаемую мембрану, пропускающую молекулы растворителя, и задерживающую молекулы загрязнителей.

Осмоз помогает очистить от солей жёсткости, сульфатов, нитратов, хлоридов, ионов железа, ионов натрия, калия и т.д. При этом мембрана пропускает растворитель, но не пропускает некоторые растворённые в нём вещества.

В процессе фильтрации исходная вода разделяется на два потока: поток концентрата (вода с повышенным содержанием примесей) и поток пермеата (обессоленная вода).

Полезным продуктом на НТЭЦ-4 будет пермеат, так как он необходим для дальнейшего использования в технологическом процессе, то есть для подпитки котлов на станции и бесперебойной работы другого оборудования.

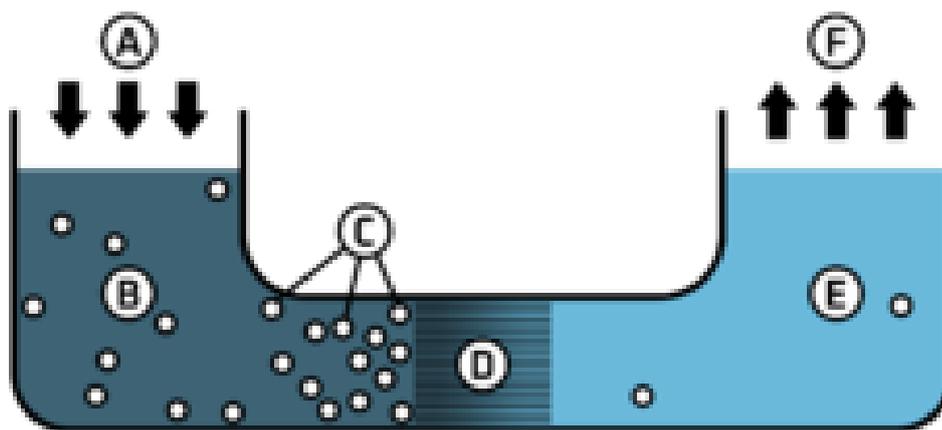


Рисунок 7 – Схема процесса обратного осмоса

В данном случае, А: входящий поток под давлением, В: Неочищенная вода, С: Растворённые примеси, D: Полупроницаемая мембрана, Е: Очищенная вода, F: Выходящий поток.

Но, обратный осмос имеет свой недостаток – загрязнение мембраны взвешенными частицами и коллоидами, присутствующие в исходном растворе.

Обычно процедуру очистки проводят после снижения заводских показателей на 10% и более. Для промывки фильтра используют проточную воду, а также реагенты, состоящие содержащие лимонную кислоту и гипохлорит. При этом картридж вынимается из пенала и прополаскивает в воде. В случае сильного загрязнения мембраны обратного осмоса и накопления сульфата кальция, производят очистку лимонной кислотой, погружая фильтр на несколько часов в раствор, после чего его моют и сушат. Если очистка мембраны нецелесообразна по экономическим показателям, в схему обессоливания чаще рекомендуют ввести стадию предварительно очистки [4].

Поскольку при химической очистке мембран необходимо хоть и на время, но остановить установку обратного осмоса, на НТЭЦ-4 включили в схему дополнительную стадию – механический фильтр.

1.9 Обратносмотические мембраны

На сегодняшний день производители предлагают огромное количество различных очистительных систем.

По назначению выделяются фильтры для разделения, обессоливания и опреснения. В зависимости от формы встречаются листы и волокна.

По типу исполнения они могут обратносмотические мембраны могут быть пористыми, не пористыми, ассиметричными, с каркасом или без него, композитными и т.д.

По виду заряда различают фильтры с положительным или отрицательным зарядом или вообще без него.

При выборе мембраны нужно обратить внимание на такие особенности, как:

1. производительность и объем суточной получаемой очищенной жидкости;
2. селективность изделия или количество веществ, которое способна задерживать обратносмотическая мембрана при очистке;
3. производители часто указывают также объем солей, не способных вымываться из воды. Такой показатель как солезадержание показывает процент элементов, которые может удержать мембрана;
4. важно, чтобы высоким был такой показатель как выход пермеата. Все перечисленные параметры указываются производителем.

Но принцип работы у всех мембран одинаковый. Он заключается в том, что если к раствору, который содержит загрязнители, приложить давление больше осмотического, то начнется процесс, при котором молекулы воды будут переходить через полупроницаемую мембрану из концентрированного раствора в разбавленный.

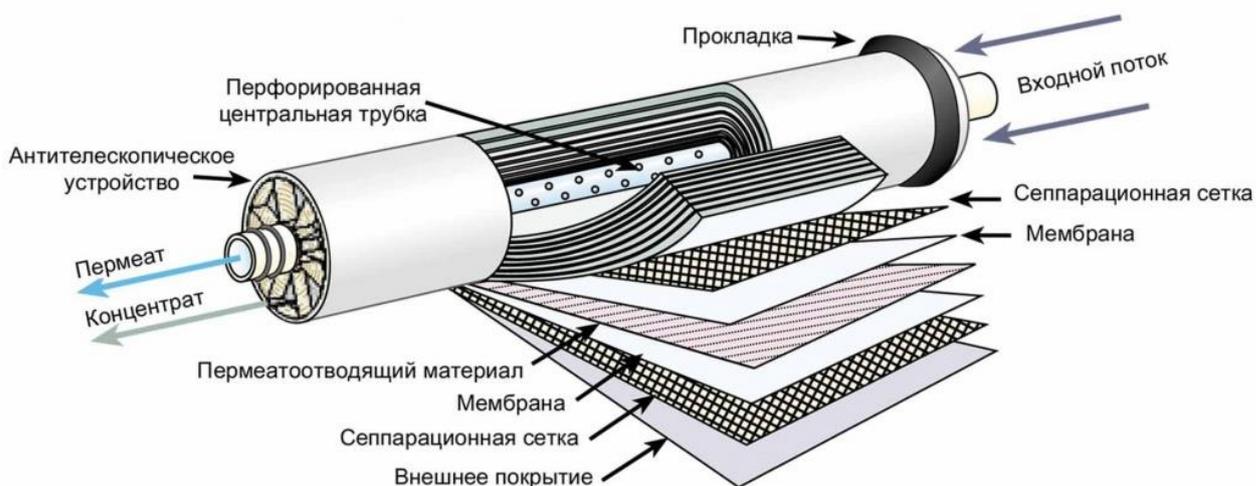


Рисунок 8 – Строение полупроницаемой мембраны.

Разделяемый поток исходной воды движется вдоль оси рулонного модуля по межмембранным каналам, а поток пермеата – спиралеобразно по дренажному каналу и поступает в трубку, отводящую пермеат. Концентрат выходит с другой стороны модуля и движется в дренажную линию установки. Таким образом, с одной стороны мембраны накапливается чистая вода, а все загрязнения остаются по другую ее сторону.

Любая установка обратного осмоса оснащается мембранами из композитного полимера, выполняющего роль так называемого молекулярного сита.

Полученная вода сопоставима по качеству с дистиллированной водой, в ней практически полностью отсутствуют какие-либо минеральные вещества.

Мембраны для обратного осмоса получили широкое распространение в различных отраслях, например, таких как:

1. В промышленности мембраны используются на производствах, которые предъявляют повышенные требования к степени очистки воды, а также на предприятиях, производственные линии которых требуют применения воды с высокой степенью деминерализации;
2. В медицине мембраны используются для получения стерильных жидких основ различных лекарственных препаратов;

3. В ЖКХ оборудование используется для очистки воды в образовательных или дошкольных детских организациях, лечебно-оздоровительных комплексах и санаторно-курортных центрах.

Преимущества использования обратноосмотических мембран:

1. Производится действительно глубокая очистка. Фильтры обеспечивают эффективность удаления загрязнителей химического и микробиологического происхождения в сравнении с аналогами.

2. Исходное количество солей не имеет значения. Фильтры обеспечивают стабильную степень очистки воды как из поверхностных источников водозабора, так и водопроводной воды. По этой причине установки обратного осмоса применяются в различных типах систем водоснабжения.

3. Процедура очистки отличается экологической безопасностью. Фильтры обратного осмоса не требуют применения специализированных химических реагентов. Таким образом, не происходит привнесения каких-либо химических соединений в обработанную воду.

3 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Данный раздел выполним в соответствии с учебно-методическим пособием [13].

Цель раздела – комплексное описание и анализ финансово-экономических аспектов разработки механического фильтра и установки обратного осмоса для очистки исходной воды на Новосибирской ТЭЦ-4 для подпитки котлов. Необходимо оценить полные денежные затраты на разработку технологического процесса, а также дать хотя бы приближенную экономическую оценку результатов внедрения. Это в свою очередь позволит с помощью традиционных показателей эффективности инвестиций оценить экономическую целесообразность осуществления работы. Раздел должен быть завершен комплексной оценкой научно-технического уровня ВКР на основе экспертных данных.

3.1 Организация и планирование работ

При организации процесса реализации конкретного проекта необходимо рационально планировать занятость каждого из его участников и сроки проведения отдельных работ.

В данном пункте составим полный перечень проводимых работ, определим их исполнителей и рациональную продолжительность. Наглядным результатом планирования работ является сетевой, либо линейный график реализации проекта. Так как число исполнителей редко превышает двух (степень распараллеливания всего комплекса работ незначительна) в большинстве случаев предпочтительным является линейный график. Для его построения хронологически упорядоченные вышеуказанные данные должны быть сведены в таблицу 3.

Таблица 3 – Перечень работ и продолжительность их выполнения

| Этапы работы | Исполнители | Загрузка исполнителей |
|--|-------------|-----------------------|
| Постановка целей и задач, получение исходных данных | НР | НР – 100% |
| Составление и утверждение плана работ | НР, И | НР – 100% И – 5% |
| Подбор и изучение материалов по тематике | НР, И | НР – 20% И – 100% |
| Составление и согласование технологического маршрута | НР, И | НР – 30% И – 100% |
| Выбор средств технологического обеспечения | НР, И | НР – 10% И – 100% |
| Оформление графического материала | И | И – 100% |
| Выбор средства технологического обеспечения | НР, И | НР – 10% И – 100% |
| Расчет средства технологического обеспечения | И | И – 100% |
| Оформление комплекта технологической документации | И | И – 100% |
| Расчет социальной ответственности | И | И – 100% |
| Расчет финансового менеджмента | И | И – 100% |
| Подведение итогов | НР, И | НР – 60% И – 100% |

Продолжительность этапов работ

Расчет продолжительности этапов работ может осуществляться двумя методами:

- технико-экономическим;
- опытно-статистическим.

Первый применяется в случаях наличия достаточно развитой нормативной базы трудоемкости планируемых процессов, что в свою очередь обусловлено их высокой повторяемостью в устойчивой обстановке. Так как

исполнитель работы зачастую не располагает соответствующими нормативами,

то используется опытно-статистический метод, который реализуется двумя способами:

- аналоговый;
- экспертный.

Аналоговый способ привлекает внешней простотой и малыми затратами, но возможен только при наличии в поле зрения исполнителя НИР не устаревшего аналога, т.е. проекта в целом или хотя бы его фрагмента, который по всем значимым параметрам идентичен выполняемой НИР. В большинстве случаев он может применяться только локально – для отдельных элементов (этапов работы).

Экспертный способ используется при отсутствии вышеуказанных информационных ресурсов и предполагает генерацию необходимых количественных оценок специалистами конкретной предметной области, опирающимися на их профессиональный опыт и эрудицию. Для определения вероятных (ожидаемых) значений продолжительности работ $t_{ож}$ применяется по усмотрению исполнителя одна из двух формул.

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot t_{min} + 2 \cdot t_{max}}{5}, \quad (145)$$

$$t_{ож} = \frac{t_{min} + 4 \cdot t_{prob} + t_{max}}{6} \quad (146)$$

где: t_{min} – минимальная продолжительность работы, дн.;

t_{max} – максимальная продолжительность работы, дн.;

t_{prob} – наиболее вероятная продолжительность работы, дн.

Вторая формула дает более надежные оценки, но предполагает большую «нагрузку» на экспертов.

Для выполнения перечисленных в таблице 3.1 работ требуются специалисты:

- инженер – в его роли действует исполнитель НИР (ВКР);
- научный руководитель.

Для построения линейного графика необходимо рассчитать длительность этапов в рабочих днях, а затем перевести ее в календарные дни. Расчет продолжительности выполнения каждого этапа в рабочих днях ($T_{РД}$) ведется по формуле:

$$T_{РД} = \frac{t_{ож}}{K_{ВН}} \cdot K_{Д} \quad (147)$$

где: $t_{ож}$ – продолжительность работы, дн.;

$K_{ВН}$ – коэффициент выполнения работ, учитывающий влияние внешних факторов на соблюдение предварительно определенных длительностей, в частности, возможно $K_{ВН} = 1$;

$K_{Д}$ – коэффициент, учитывающий дополнительное время на компенсацию непредвиденных задержек и согласование работ ($K_{Д} = 1-1,2$; в этих границах конкретное значение принимает сам исполнитель).

Расчет продолжительности этапа в календарных днях ведется по формуле:

$$T_{КД} = T_{РД} \cdot T_{К}, \quad (148)$$

где: $T_{КД}$ – продолжительность выполнения этапа в календарных днях;

$T_{К}$ – коэффициент календарности, позволяющий перейти от длительности работ в рабочих днях к их аналогам в календарных днях, и рассчитываемый по формуле:

$$T_{К} = \frac{T_{КАЛ}}{T_{КАЛ} - T_{ВД} - T_{ПД}} \quad (149)$$

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

$T_{ВД}$ – выходные дни ($T_{ВД} = 52$);

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

$$T_{К} = \frac{365}{365 - 52 - 14} = 1,22073 \quad (150)$$

В таблице 3.1 приведен пример определения продолжительности этапов работ и их трудоемкости по исполнителям, занятым на каждом этапе.

В столбцах (3–5) реализован экспертный способ по формуле (149), при использовании формулы (150) необходимо вставить в таблицу дополнительный столбец для t_{prob} . Столбцы 6 и 7 содержат величины трудоемкости этапа для каждого из двух участников проекта (научный руководитель и инженер) с учетом коэффициента $K_d = 1,2$.

Каждое из них в отдельности не может превышать соответствующее значение $t_{ож} * K_d$. Столбцы 8 и 9 содержат те же трудоемкости, выраженные в календарных днях путем дополнительного умножения на T_k (здесь оно равно 1,22073). Итог по столбцу 5 дает общую ожидаемую продолжительность работы над проектом в рабочих днях, итоги по столбцам 8 и 9 – общие трудоемкости для каждого из участников проекта.

Две последних величины далее будут использованы для определения затрат на оплату труда участников и прочие затраты. Величины трудоемкости этапов по исполнителям T_{kd} (данные столбцов 8 и 9 кроме итогов) позволяют построить линейный график осуществления проекта – см. пример в табл. 3.1

Таблица 3.1 – Трудозатраты на выполнение проекта

| Этап | Исполнители | Продолжительность работ, дни | | | Трудоемкость работ по исполнителям чел. - дн. | | | |
|--|-------------|------------------------------|------|------|---|--------|----------|----------|
| | | tmin | tmax | toж | ТРД | | ТКД | |
| | | | | | НР | И | НР | И |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Постановка целей и задач, получение исходных данных | НР | 2 | 4 | 2,8 | 3,36 | - | 4,0488 | - |
| Составление и утверждение плана работ | НР, И | 4 | 6 | 4,8 | 5,76 | 0,288 | 6,9408 | 0,34704 |
| Подбор и изучение материалов по тематике | НР, И | 10 | 15 | 12 | 2,88 | 14,4 | 3,4704 | 17,352 |
| Составление и согласование технологического маршрута | НР, И | 4 | 8 | 5,6 | 2,688 | 6,72 | 3,23904 | 8,0976 |
| Выбор средств технологического обеспечения | НР, И | 4 | 6 | 4,8 | 0,864 | 5,76 | 1,04112 | 6,9408 |
| Оформление графического материала | И | 6 | 8 | 6,8 | - | 8,16 | - | 9,8328 |
| Выбор средства технологического обеспечения | НР, И | 4 | 8 | 5,6 | - | 6,72 | - | 8,0976 |
| Расчет средства технологического обеспечения | И | 4 | 6 | 4,8 | 1,152 | 5,76 | 1,38816 | 6,9408 |
| Оформление комплекта технологической документации | И | 2 | 6 | 3,6 | - | 4,32 | - | 5,2056 |
| Расчет финансового менеджмента | И | 3 | 6 | 4,2 | - | 5,04 | - | 6,0732 |
| Расчет социальной ответственности | И | 2 | 6 | 3,6 | - | 4,32 | - | 5,2056 |
| Подведение итогов | НР, И | 2 | 6 | 3,6 | 2,592 | 4,32 | 3,12336 | 5,2056 |
| Итого: | | | | 68,8 | 19,296 | 73,488 | 23,25168 | 88,55304 |

Таблица 4 – Линейный график работ

| Этап | НР | И | Январь | | Февраль | | | Март | | | Апрель | | |
|------|---------|---------|--------|----|---------|----|----|------|----|----|--------|----|----|
| | | | 10-20 | 31 | 10 | 20 | 29 | 10 | 20 | 31 | 10 | 20 | 30 |
| 1 | 4,0488 | - | ■ | | | | | | | | | | |
| 2 | 6,9408 | 0,34704 | | ■ | | | | | | | | | |
| 3 | 3,4704 | 17,352 | | | ■ | | | | | | | | |
| 4 | 3,23904 | 8,0976 | | | | ■ | | | | | | | |
| 5 | 1,04112 | 6,9408 | | | | | ■ | | | | | | |
| 6 | - | 4,0488 | | | | | | ■ | | | | | |
| 7 | - | 8,0976 | | | | | | | ■ | | | | |
| 8 | 1,38816 | 6,9408 | | | | | | | | ■ | | | |
| 9 | - | 5,2056 | | | | | | | | | ■ | | |
| 10 | - | 5,2056 | | | | | | | | | | ■ | |
| 11 | - | 5,2056 | | | | | | | | | | | ■ |
| 12 | 3,12336 | 5,2056 | | | | | | | | | | | ■ |
| 13 | - | 6,0732 | | | | | | | | | | | ■ |

■ - НР
 ■ - И

3.2 Расчет сметы затрат на выполнение проекта

В состав затрат на создание проекта включается величина всех расходов, необходимых для реализации комплекса работ, составляющих содержание данной разработки. Расчет сметной стоимости ее выполнения производится по следующим статьям затрат:

1. материалы и покупные изделия;
2. заработная плата;
3. социальный налог;
4. расходы на электроэнергию (без освещения);
5. амортизационные отчисления;
6. командировочные расходы;
7. оплата услуг связи;
8. арендная плата за пользование имуществом;
9. прочие услуги (сторонних организаций);
10. прочие (накладные расходы) расходы.

Расчет затрат на материалы

К данной статье расходов относится стоимость материалов, покупных изделий, полуфабрикатов и других материальных ценностей, расходуемых непосредственно в процессе выполнения работ над объектом проектирования. Сюда же относятся специально приобретенное оборудование, инструменты и прочие объекты, относимые к основным средствам, стоимостью до 200 000 руб. включительно. Цена материальных ресурсов определяется по соответствующим ценникам или договорам поставки. Кроме того, статья включает так называемые транспортно-заготовительные расходы, связанные с транспортировкой от поставщика к потребителю, хранением и прочими процессами, обеспечивающими движение (доставку) материальных ресурсов от поставщиков к потребителю. Сюда же включаются расходы на совершение сделки купли-продажи (т.н. транзакции). Приблизительно они оцениваются в процентах к отпускной цене

закупаемых материалов, как правило, это $5 \div 20$ %. Исполнитель работы самостоятельно выбирает их величину в указанных границах.

Таблица 5 – Расчет затрат на материалы

| Наименование материалов | Цена за ед., руб | Кол – во | Сумма, руб. |
|----------------------------|------------------|----------|-------------|
| Услуги печати: | | | |
| А4 | 2 | 120 | 240 |
| А3 (.cdw, .dwg) | 35 | 3 | 105 |
| А1 | 50 | 1 | 50 |
| Брошюровка | 130 | 1 | 130 |
| Канцелярия: | | | |
| тетрадь | 25 | 2 | 50 |
| ручка | 90 | 3 | 270 |
| пишущий стержень | 10 | 1 | 10 |
| Лицензия КОМПАС – 3D v16.1 | | | |
| НОМЕ (1 год) | 1 300 | 1 | 1300 |
| Microsoft Office 2017 | 4364 | 1 | 4364 |
| Home&Student FPP | | | |
| Итого: | | | 6519 |

Допустим, что ТЗР составляют 5 % от отпускной цены материалов, тогда расходы на материалы с учетом ТЗР равны:

$$C_{\text{мат}} = 6519 + 5\% = 6844,95 \text{ руб.} \quad (151)$$

Расчет заработной платы

Данная статья расходов включает заработную плату научного руководителя и инженера (в его роли выступает исполнитель проекта), а также премии, входящие в фонд заработной платы. Расчет основной заработной платы выполняется на основе трудоемкости выполнения каждого этапа и величины месячного оклада исполнителя. Величины месячных окладов (МО) для сотрудников ТПУ можно получить из приложения 1. Оклад инженера принимается равным окладу соответствующего специалиста низшей квалификации в организации, где исполнитель проходил преддипломную практику. При отсутствии такового берется оклад инженера собственной кафедры (лаборатории).

Среднедневная тарифная заработная плата ($ЗП_{\text{дн-т}}$) рассчитывается по формуле:

$$ЗП_{\text{дн-т}} = MO/25,083 \quad (152)$$

учитывающей, что в году 301 рабочий день и, следовательно, в месяце в среднем 25,083 рабочих дня (при шестидневной рабочей неделе).

Расчет затрат на полную заработную плату приведем в виде таблицы 5.6. Затраты времени по каждому исполнителю в рабочих днях с округлением до целого взяты из таблицы 3.

Для учета в ее составе премий, дополнительной зарплаты и районной надбавки используется следующий ряд коэффициентов: $K_{\text{ПР}} = 1,1$; $K_{\text{доп.ЗП}} = 1,118$; $K_{\text{р}} = 1,3$.

Таким образом, для перехода от тарифной (базовой) суммы заработка исполнителя, связанной с участием в проекте, к соответствующему полному заработку (зарплатной части сметы) необходимо первую умножить на интегральный коэффициент $K_{\text{и}} = 1,1 * 1,118 * 1,3 = 1,699$. Вышеуказанное значение $K_{\text{доп.ЗП}}$ применяется при шестидневной рабочей неделе, при пятидневной оно равно 1,113, соответственно в этом случае $K_{\text{и}} = 1,62$.

Расчет заработной платы представим в виде таблицы.

Таблица 6 – затраты на заработную плату

| Исполнитель | Оклад, руб./мес. | Среднедневная ставка, руб./раб. день | Затраты времени, раб. дни | Коэффициент | Фонд з/платы, руб. |
|--|------------------|--------------------------------------|---------------------------|-------------|--------------------|
| НР - доцент НОЦ Н.М.Кижнера ИШНПТ, к.т.н | 57000 | 1965,517 | 19 | 1,699 | 63 448,86 |
| И | 22530 | 776,89 | 74 | 1,62 | 93 134,35 |
| Итого | | | | | 156584,21 |

Расчет затрат на социальный налог

Затраты на социальные нужды, включающий в себя отчисления в пенсионный фонд, на социальное и медицинское страхование, составляют 30 % от полной заработной платы по проекту, т.е. $C_{\text{соц.}} = C_{\text{зп}} * 0,3$. Итак, в нашем случае:

$$C_{\text{соц.}} = 156\,584,21 \cdot 0,3 = 46\,975,263 \text{ руб.} \quad (153)$$

Расчет затрат на электроэнергию

Данный вид расходов включает в себя затраты на электроэнергию, потраченную в ходе выполнения проекта на работу используемого оборудования, рассчитываемые по формуле:

$$C_{\text{эл.об.}} = P_{\text{об}} \cdot t_{\text{об}} \cdot Ц_{\text{Э}} \quad (154)$$

где $P_{\text{об}}$ – мощность, потребляемая оборудованием, кВт;

$Ц_{\text{Э}}$ – тариф на 1 кВт·час;

$t_{\text{об}}$ – время работы оборудования, час.

Так как работа на 99% выполнялась на домашнем ПК тариф одноставочный на электроэнергию для населения $Ц_{\text{Э}} = 5,25 \text{ руб./кВт·час}$ (с НДС).

Время работы оборудования вычисляется на основе итоговых данных таблицы для инженера ($T_{\text{РД}}$) из расчета, что продолжительность рабочего дня равна 8 часов.

$$t_{\text{об}} = T_{\text{РД}} \cdot K_t, \quad (155)$$

где $K_t \leq 1$ – коэффициент использования оборудования по времени, равный отношению времени его работы в процессе выполнения проекта к $T_{\text{РД}}$, определяется исполнителем самостоятельно. В ряде случаев возможно определение $t_{\text{об}}$ путем прямого учета, особенно при ограниченном использовании соответствующего оборудования.

Мощность, потребляемая оборудованием, определяется по формуле:

$$P_{\text{об}} = P_{\text{ном.}} \cdot K_C \quad (156)$$

где $P_{\text{ном.}}$ – номинальная мощность оборудования, кВт;

$K_C \leq 1$ – коэффициент загрузки, зависящий от средней степени использования номинальной мощности. Для технологического оборудования малой мощности $K_C = 1$.

Расчет затрат на электроэнергию для технологических целей представим в виде таблицы:

Таблица 7 – Затраты на электроэнергию технологическую

| Наименование оборудования | Время работы оборудования $t_{об}$, час | Потребляемая мощность $P_{об}$, кВт | Затраты $\Delta_{об}$, руб. |
|---------------------------|--|--------------------------------------|------------------------------|
| Персональный компьютер | 592·0,8 | 0,539 | 1340,16 |

Расчет амортизационных отчислений

В статье «Амортизационные отчисления» рассчитывается амортизация используемого оборудования за время выполнения проекта. Используется формула:

$$C_{AM} = \frac{N_A \cdot C_{OB} \cdot t_{pф} \cdot n}{F_D}, \quad (157)$$

где N_A – годовая норма амортизации единицы оборудования;

C_{OB} – балансовая стоимость единицы оборудования с учетом ТЗР. При невозможности получить соответствующие данные из бухгалтерии она может быть заменена действующей ценой, содержащейся в ценниках, прейскурантах и т.п.;

F_D – действительный годовой фонд времени работы соответствующего оборудования, берется из специальных справочников или фактического режима его использования в текущем календарном году. При этом второй вариант позволяет получить более объективную оценку C_{AM} . Например, для ПК в 2015 г. (298 рабочих дней при шестидневной рабочей неделе) можно принять $F_D = 298 \cdot 8 = 2384$ часа;

$t_{pф}$ – фактическое время работы оборудования в ходе выполнения проекта, учитывается исполнителем проекта;

n – число задействованных однотипных единиц оборудования.

При использовании нескольких типов оборудования расчет по формуле делается соответствующее число раз, затем результаты суммируются.

Для определения N_A следует обратиться к приложению 1, содержащему фрагменты из постановления правительства РФ «О классификации основных средств, включенных в амортизационные группы». Оно позволяет получить

рамочные значения сроков амортизации (полезного использования) оборудования $\equiv SA$. Например, для ПК это $2 \div 3$ года. Необходимо задать конкретное значение SA из указанного интервала, например, 2,5 года. Далее определяется N_A как величина обратная SA, в данном случае это $1 : 2,5 = 0,4$.

Стоимость ПК 50000 руб., время использования 592 часа, тогда для него начисленная амортизация составит:

$$C_{AM} = \frac{0,4 \cdot 50000 \cdot 592 \cdot 1}{2408} = 4916,944 \text{ руб.} \quad (158)$$

Расчет прочих расходов

В статье «Прочие расходы» отражены расходы на выполнение проекта, которые не учтены в предыдущих статьях, их следует принять равными 10% от суммы всех предыдущих расходов, т.е.

$$C_{\text{проч.}} = (C_{\text{мат}} + C_{\text{зп}} + C_{\text{соц}} + C_{\text{эл.об.}} + C_{\text{ам}} + C_{\text{нп}}) \cdot 0,1 \quad (159)$$

Для нашего примера это:

$$C_{\text{проч.}} = (6767,25 + 156584,21 + 53268,429 + 1480,56 + 4916,944) \cdot 0,1 = 22301,739 \text{ руб.} \quad (160)$$

Расчет общей себестоимости разработки

Проведя расчет по всем статьям сметы затрат на разработку, можно определить общую себестоимость проекта (представим в виде таблицы 8)

Таблица 8 – Смета затрат на разработку проекта

| Статья затрат | Условное обозначение | Сумма, руб |
|-------------------------------|----------------------|-------------------|
| Материалы и покупные изделия | $C_{\text{мат}}$ | 6 767,25 |
| Основная заработная плата | $C_{\text{зп}}$ | 156 584,21 |
| Отчисления в социальные фонды | $C_{\text{соц}}$ | 53 268,429 |
| Расходы на электроэнергию | $C_{\text{эл.}}$ | 1480,56 |
| Амортизационные отчисления | $C_{\text{ам}}$ | 4916,944 |
| Прочие расходы | $C_{\text{проч}}$ | 23 672,041 |
| Итого: | | 246 689,43 |

Таким образом, затраты на разработку составили $C = 246\,689,43$ руб.

3.3 Расчет прибыли

Прибыль от реализации проекта в зависимости от конкретной ситуации (масштаб и характер получаемого результата, степень его определенности и коммерциализации, специфика целевого сегмента рынка и т.д.) может определяться различными способами. Если исполнитель не располагает данными для применения сложных методов, то прибыль следует принять в размере 5-20% от себестоимости проекта. В нашем проекте прибыль будет составлять 52 078,491 (20%) от расходов на разработку проекта.

Расчет НДС

НДС составляет 20% от суммы затрат на разработку и прибыли. В нашем случае НДС составит:

$$(246689,43+52078,491) \cdot 0,2 = 59753,585 \text{ руб.} \quad (161)$$

Цена разработки НИР Цена равна сумме полной себестоимости, прибыли и НДС, в нашем случае

$$C_{\text{НИР(КР)}} = 246\,689,43 + 59753,585 + 62494,189 = 368937,2 \text{ руб.} \quad (162)$$

3.4 Оценка экономической эффективности проекта

Актуальным аспектом качества выполненного проекта является экономическая эффективность его реализации, т.е. соотношение обусловленного ей экономического результата (эффекта) и затрат на разработку проекта. Так как последние являются единовременными, то мы имеем дело с частным случаем задачи оценки экономической эффективности инвестиций, т.е. вложением денежных средств в предприятие, организацию, отраслевую, региональную социально-экономическую систему и т.п. (т.н. объекты инвестиций) с целью получения определенного результата в будущем. Отличительными особенностями инвестиций, особенно когда речь идет о вложениях в нематериальные активы в форме НИР и ОКР являются:

- результат может быть получен в течение ряда последующих лет, в общем случае – на протяжении жизненного цикла создаваемой системы;

- результаты инвестиций содержат элементы риса и неопределенности;

- связывание на некоторое время финансовых средств инвестора.

Инвестиции предполагают расширение функциональных возможностей их объектов, влияя на многие стороны их деятельности. Посредством правильной инвестиционной политики организации достигают своих стратегических и тактических целей, таких как проникновение на рынок, увеличение доли рынка, рост доходности и т.д.

Необходимость экономической оценки инвестиций связана со следующими факторами:

- ограниченность источников финансирования;
- наличие многих направлений инвестирования средств;
- различие в отдаче инвестиций, направляемых на различные цели.

Это вызывает необходимость качественного и количественного анализа исходного множества инвестиционных проектов с целью отбора ограниченного множества наиболее эффективных. Исходным является качественный анализ, в ходе которого проекты проверяются по ряду критериев, среди которых типовыми являются:

- соответствие целям и стратегии развития объекта инвестирования;

- соответствие финансовым возможностям инвестора;

- правовая обеспеченность проекта;

- обеспеченность кадрами специалистов, сырьевой базой, каналами сбыта и т.д.

Качественный анализ позволяет радикально ограничить круг перспективных проектов, но зачастую его недостаточно для формирования окончательного множества, подлежащего реализации. В этом случае он

дополняются количественным анализом, предполагающим использование ряда расчетных показателей, позволяющих в итоге про ранжировать оставшиеся проекты с точки зрения их экономической эффективности.

Каждый из таких показателей, представляет собой количественную модель соотнесения величины инвестиций в проект с адекватным им экономическим результатом (эффектом), при этом и те и другие могут носить распределенный в календарном времени характер.

Прежде чем приступить к расчету данных показателей, необходимо основательно разобраться с содержанием и масштабами ожидаемого эффекта. Что касается инвестиций, будем считать, что их характеристики определены в ходе предварительной проработки проекта.

В зависимости от того, в какой сфере и форме проявляется эффект различают следующие его виды: бюджетный, народнохозяйственный, коммерческий. Адекватно различаются виды эффективности инвестирования.

Первый связан с последствиями осуществления проекта для федерального, регионального и местного бюджетов. Это могут быть изменения налоговых поступлений, поступлений за пользование природными ресурсами, поступлений таможенных пошлин и акцизов по продукции, производимой в соответствии с проектом, снижение затрат бюджета на субсидирование отдельных производств и т.п.

Второй отражает результаты реализации проекта с точки зрения интересов всего народного хозяйства, а также участвующих в нем регионов, отраслей и организаций. Он обычно проявляется в увеличении выручки от реализации продукции, снижении затрат на ее производство и эксплуатацию, на управление производством и т.д.

Третий отражает финансовые последствия проекта для его участников – изменение финансовых результатов их деятельности, уровня капитализации участников проекта.

Определение круга учитываемых при расчете показателей эффектов является одним из исходных пунктов оценки эффективности инвестиций и делается исполнителем по согласованию с руководителем экономической части проекта.

Определение срока окупаемости инвестиций (PP – payback period)

Данный показатель определяет продолжительность того периода, через который инвестиции будут возвращены полученной благодаря им прибылью. Чем меньше PP, тем эффективнее проект. Использование показателя предполагает установление для него приемлемого значения как меры эффективности инвестиций.

Используется формула:

$$PP = \frac{I_0}{PP_{\text{ч}}}, \quad (163)$$

Где: I_0 – величина инвестиций;

$PP_{\text{ч}}$ – годовая чистая прибыль.

() применяется в тех случаях, когда величины $PP_{\text{ч}}$ примерно равны по годам эксплуатационной стадии проекта. Если это не так, то применяется следующая модификация ()

$$PP = n_{\text{ц}_j} + \frac{\Delta PP_{\text{ч}_j}}{PP_{\text{ч}_{j+1}}}, \quad (164)$$

Где: $n_{\text{ц}_j}$ – целое число лет, при котором накопленная сумма прибыли наиболее близка к величине инвестиций I_0 , но не превосходит ее;

$\Delta PP_{\text{ч}_j}$ – непокрытая часть инвестиций по истечении $n_{\text{ц}_j}$ лет реализации проекта;

$PP_{\text{ч}_{j+1}}$ – прибыль за период, следующий за $n_{\text{ц}_j}$ -м.

Величину инвестиций назначим исходя из технико–экономических показателей технологического процесса (см. табл. 9,10).

Произведем расчет и представим его в виде таблицы 9.

Таблица 9 – Накопленные денежные поступления по проекту

| Год | Инвестиции | Прибыль | Накопленный денежный поток |
|-----|------------|---------|----------------------------|
| 0 | -12 | 0 | -12 |
| 1 | - | 5 | -7 |
| 2 | - | 4 | -3 |
| 3 | - | 3 | 0 |
| 4 | - | 2 | 2 |
| 5 | - | 2 | 4 |

Здесь 3-й год эксплуатационного периода дает минимум непокрытого остатка (0) от инвестированной суммы в 12 млн. руб., следовательно, $n_{цj}=3$.

$$\text{Тогда } \frac{\Delta PR_{чj}}{PR_{чj+1}} = 0/2 = 0; \text{ следовательно, } PP \approx 3 \text{ года.} \quad (165)$$

Очевидным недостатком рассмотренного показателя является его относительный характер – он не отражает масштаб проекта и соответственно объем полученного результата.

Поэтому наряду с PP целесообразно рассчитать величину накопленного чистого эффекта по формуле

$$NPV = \sum_{j=1}^n PR_{чj} - I_0 \quad (166)$$

где n – продолжительность в годах периода оценки эффекта, например, жизненного цикла проекта или прогнозируемого периода.

Очевидно, что в итоге реализации проекта эта величина должна быть положительной, иначе проект убыточен.

Если период реализации проекта больше одного года и величины $PR_{чj}$ существенно различаются по годам реализационного периода, то необходимо учесть изменение ценности денег во времени.

В этом случае при расчете по формулам вместо величин $\Delta PR_{чj}$ и $PR_{чj+1}$ следует использовать их дисконтированные аналоги, получаемые путем деления $\Delta PR_{чj}$ и $PR_{чj+1}$ на $(1 + i)^j$, где i – ставка дисконтирования (целевой уровень годовой доходности инвестируемых средств).

Она принимается исполнителем по согласованию с руководителем экономической части проекта. При определении $n_{цj}$ также используются дисконтированные значения ежегодной прибыли.

Такая (динамическая) оценка инвестиций является более надежной, особенно при сравнении конкурирующих проектов.

Таблица 10 – Расчет дисконтированного срока окупаемости

| Год | Инвестиции | Номинальная прибыль | Коэффициент дисконтирования, $1/(1+0,1)$ | Дисконтированная прибыль | Накопленный денежный поток |
|-----|------------|---------------------|--|--------------------------|----------------------------|
| 0 | -12 | 0 | 1 | 0 | -12 |
| 1 | - | 5 | 0,9091 | 4,5455 | -7,4545 |
| 2 | - | 4 | 0,8264 | 3,3056 | -4,1489 |
| 3 | - | 3 | 0,7513 | 2,2539 | -1,895 |
| 4 | - | 2 | 0,683 | 1,366 | -0,529 |
| 5 | - | 2 | 0,6209 | 1,2418 | 0,7128 |

Здесь 4-й год эксплуатационного периода дает минимум непокрытого остатка (0,529) от инвестированной суммы в 2 млн. руб., следовательно, $n_{цj}=4$.

$$\text{Тогда } \frac{\Delta \text{ПР}_{чj}}{\text{ПР}_{чj+1}} = 0,529/0,7128 = 0,742; \quad (167)$$

Следовательно, $PP \approx 4,742$ года.

3.5 Выводы по разделу

В данной части работы были произведена организация и планирование работ, расчет сметы затрат на выполнение проекта, и оценка экономической эффективности проекта. В ходе данного раздела была определена цена научно-исследовательской работы, она составила 368937,2 руб; определен срок окупаемости инвестиций с учетом изменения ценности денег во времени, он составил 4,724 года.