

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

Институт электронного обучения

Направление подготовки - Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической
технологии, нефтехимии и биотехнологии

Кафедра технологии органических веществ и полимерных материалов

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Проект установки механической очистки сточных вод коксохимического производства АО «ЕВРАЗ ЗСМК»

УДК 628.35.002.5:622.741

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2К12	Суворина Алена Юрьевна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Бондалетова Л.И.	к.х.н. доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Тухватулина Л.Р.	к.ф.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Чулков Н.А.	к.т.н., доцент		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Зав. кафедрой	Юсубов М.С.	д.х.н., профессор		

Томск – 2016г.

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

Институт Электронного обучения

Направление подготовки - Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Кафедра Технологии органических веществ и полимерных материалов

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

Юсубов М.С.

(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
3-2К12	Сувориной Алене Юрьевне

Тема работы:

Проект установки механической очистки сточных вод коксохимического производства АО «ЕВРАЗ ЗСМК»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	от 28.01.2016г. №411/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ;

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 особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Объект исследования – технология механической очистки; режим работы – непрерывный; Предмет изучения – фенольная и аммиачная производственная сточная вода; требования к технологическому процессу заключаются в очистке сточной воды до норм ПДК.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	Введение 1. Литературный обзор 2. Объекты и методы исследования (исходные данные) 3. Расчет и аналитика (инженерные расчеты) 4. Результаты проведенного исследования 5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 6. Социальная ответственность 7. Заключение.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	1. Технологическая схема механической очистки сточных вод КХП АО «ЕВРАЗ ЗСМК». 2. Радиальный отстойник 3. Сборочный чертеж радиального отстойника

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	к.ф.н., доцент Тухватулина Л.Р.
Социальная ответственность	к.т.н., доцент Чулков Н.А.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

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

Задание выдал руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Бондалетова Л.И.	к.х.н., доцент		14.04.2016

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2К12	Суворина Алена Юрьевна		14.04.2016

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-2К12	Сувориной Алене Юрьевне

Институт	Электронного обучения	Кафедра	Технологии органических веществ и полимерных материалов
Уровень образования	бакалавр	Направление/специальность	Энерго-ресурсосберегающие и процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статистических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах; анкетирование; опрос
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Составить SWOT-анализ используемого комплекса методик. Сформировать морфологическую матрицу.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Расчет затрат на оборудование, сырье и материалы для проведения научного исследования. Расчет заработной платы исполнителей НИ. Расчет общих затрат на НИ.
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Расчет интегральных финансовых показателей, интегральных показателей эффективности разработки. Сравнительная эффективность НИ

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Матрица SWOT
2. Морфологическая матрица
3. График проведения НИ
4. Расчет заработной платы исполнителей НИ
5. Расчет бюджета затрат НИ
6. Сравнительная эффективность НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	14.04.2016
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Л.Р. Тухватулина	к.ф.н., доцент		14.04.2016

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2К12	Суворина Алена Юрьевна		14.04.2016

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-2К12	Сувориной Алёне Юрьевне

Институт	Электронного обучения	Кафедра	Технологии органических веществ и полимерных материалов
Уровень образования	бакалавр	Направление/специальность	Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

Характеристика объекта исследования и области его применения.	Проект установки механической очистки сточных вод коксохимического производства АО «ЕВРАЗ ЗСМК» Объект исследования – технология механической очистки. Область применения – очистка промышленных сточных вод
---	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Производственная безопасность	1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проекта водоочистки на АО «ЕВРАЗ ЗСМК» в следующей последовательности: – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью; – предлагаемые средства защиты; 1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации механической очистки на КХП АО «ЕВРАЗ ЗСМК» в следующей последовательности: – механические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).
2. Экологическая безопасность:	– анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);

3. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
--	--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	14.04.2016
---	-------------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Чулков Н.А.	к.т.н., доцент		14.04.2016

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2K12	Суворина Алена Юрьевна		14.04.2016

Реферат

Данная выпускная квалификационная работа выполнена на 101 странице, включает в себя 15 иллюстраций, 31 таблицу, 48 источников.

Ключевые слова: аммиачная вода, фенольная вода, механическая очистка, радиальный отстойник, теплообменный аппарат, усреднитель.

Объектом проектирования являются очистные сооружения механической очистки аммиачных и фенольных сточных вод завода АО «ЕВРАЗ ЗСМК», основные аппараты – радиальный отстойник, теплообменный аппарат и усреднитель.

Цель работы: разработка технологической схемы механической очистки сточных вод от взвешенных веществ, смолы и масел. Подбор и расчет основного оборудования, отвечающего всем условиям процесса и подбор вспомогательного оборудования.

В работе произведены расчеты материального и теплового баланса, механический и гидравлический расчет.

Рассчитаны экономические затраты на проект. Рассмотрены вопросы по безопасности жизнедеятельности и охране окружающей среды.

Дипломная работа выполнена с использованием пакета программ Microsoft Office 2010 и графического редактора AutoCAD и представлена в электронном варианте и в бумажном виде.

Оглавление

Введение	10
1 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	11
1.1 Образование сточных вод на коксохимических производствах	11
1.2 Физико-химическая характеристика сточных вод КХП	14
1.3 Механические методы очистки сточных вод КХП	18
1.4 Сооружения для механического метода очистки сточных вод	19
1.5 Оборудование для охлаждения сточной воды перед биологической очисткой.....	30
1.6 Усреднители	34
2 ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНОГО ПРОИЗВОДСТВА.....	37
2.1 Инвентаризация загрязняющих веществ.....	38
2.1.2 Фенольная вода	38
2.2. Допустимое качество поступающей воды на биологическую очистку ...	40
4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	41
4.1 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	41
ОАО «ММК»	41
4.2 SWOT-анализ.....	43
4.3 Оценка готовности проекта к коммерциализации.....	46
4.4 Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования	47
4.5 Инициация проекта	48
4.6 Бюджет научного исследования	48
4.7 Основная заработная плата	49
4.8 План управления коммуникациями проекта.....	52
4.9 Реестр рисков проекта.....	53
4.10 Оценка абсолютной эффективности исследования.....	53
Приложение А Календарный план-график проведения НИР	100

Приложение В ФЮРА 180302.04 СП.....	101
-------------------------------------	-----

Введение

Вода – ценный природный ресурс, без которого жизнь на Земле невозможна. Она играет несравненно важную роль во всех процессах, составляющих основу жизни. Так же вода имеет огромное значение в различных производствах, используется для необходимых нужд человека, а также в воде нуждаются все живые организмы и растения. Для большого разнообразия живых существ вода служит средой обитания.

С ростом городов, бурным развитием промышленных предприятий и рядом других факторов усложняются проблемы обеспечения водой.

Потребности в воде очень велики и ежегодно только возрастают. По статистике ежегодно на Земле используется большое количество воды, что составляет 2000 – 4000 км³. Только в сельском хозяйстве используется примерно 50 % всего водопотребления. Огромное количество воды потребляют химическая промышленность, коксохимические производства, черная и цветная металлургия. После использования воды человеком, практически вся вода возвращается обратно в источник. Только состав и качество этой воды значительно ухудшается. Вода образованная при производстве какой-либо продукции называется – сточная.

Сточные воды, перед возвращением их в водоемы, необходимо очищать.

В нашей стране большое внимание уделяется охране водоемов от загрязнения и рациональному использованию водных ресурсов. Ежегодно на строительство очистных сооружений выделяются значительные средства. Также для охраны водных объектов загрязненными сточными водами проводятся мероприятия, такие как:

- изменение технологического режима производства;
- очистка производственных сточных вод;
- создание оборотных циклов;
- извлечение ценных компонентов из загрязненных вод;
- получение новых продуктов [1].

1 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Крупными источниками образования химически загрязненных фенольных сточных вод являются коксохимические предприятия.

Охрана водных ресурсов от загрязнения и истощения – актуальная задача в современном мире. Коксохимическое производство должно вносить существенный вклад в решении таких задач.

На коксохимических производствах России образуется около 40 млн.м³ в год фенольных сточных вод. Из них 40 % от общего количества фенольных вод, неизбежно образуется вследствие специфики коксохимического производства, которое связано с термическим разрушением каменного угля при получении кокса. В результате образуется вода, которая загрязнена практически всеми химическими продуктами коксования [2].

В выпускной квалификационной работе рассматривается коксохимическое предприятие (КХП) АО «ЕВРАЗ ЗСМК».

1.1 Образование сточных вод на коксохимических производствах

Коксохимическое производство – отрасль черной металлургии, которая занимается переработкой каменного угля методом коксования. Основными продуктами КХП являются: каменноугольный кокс (от 75 до 80 %), коксовый газ (от 13 до 15 %) и химические продукты (бензол, толуол, различные смолы и масла) (от 4 до 8%).

Процесс коксования проводится в коксовой печи, при высокой температуре, без доступа кислорода.

Для этого в коксовую печь загружают подготовленную шихту. Шихта – обогащенный и измельченный коксующийся уголь. Боковые стенки печи, имеют каналы, которые выложены огнеупорным кирпичом. Кирпичи нагреваются за счет продуктов сгорания газов: коксового, доменного и др. В печи шихта нагревается при температуре от 1000 до 1250° С в течение 14 – 16 часов, без доступа кислорода [3].

При нагревании мелкие угольные частички размягчаются и переходят в пластическое состояние. При температуре 250° С начинается испарение воды,

при этом улетучиваются углекислый и угарный газы, при температуре 350° С выделяются углеводородные соединения, аммиак и другие органические соединения. С увеличением температуры до 500° С начинает образовываться полукокс. Когда температура достигает 700° С и более улетучивается водород и получается кокс. Газообразные вещества вспучивают размягченную массу угля, при этом в ней образуются многочисленные поры. По мере протекания процесса, угольная масса все больше обогащается углеродом, теряется пластичность и при температуре от 600 до 650° С переходит в состояние полукокса. При достижении температуры 1000° С образуется кокс [4].

Полученный кокс в виде «коксового пирога» – выталкивается коксовыталкивателями в железнодорожные вагоны, в которых охлаждается водой.

Кокс характеризуется следующими качественными параметрами:

- массовая доля влаги от 1,0 до 3,0 %;
- массовая доля золы, не более 12,0 %;
- выход летучих веществ, не более 1,5 %;
- показатель прочности М40, не менее 69,5 %;
- показатель прочности М10, не более 8,5 %;

В процессе коксования помимо кокса, образуется горючий коксовый газ.

После печи коксовый газ поступает в цех улавливания по газовым потокам, которые имеют свою улавливающую и охлаждающую аппаратуру.

Газовые потоки, поступающего коксового газа взаимосвязаны.

Это спроектировано для бесперебойной работы аппаратуры цеха и удобного обслуживания газопроводов [4].

В процессе коксования образуется большое количество сточных вод. Сточная вода на коксохимическом предприятии, АО «ЕВРАЗ ЗСМК» образуется двумя потоками:

- 1 поток: аммиачная (надсмольная) вода;
- 2 поток: фенольная вода.

Образование аммиачной воды

Аммиачная вода образуется при охлаждении коксового газа.

Коксовый газ, содержащий водяные пары и химические продукты коксования, с температурой от 650 до 700° С поступает из камер коксовых печей, через стояки в газосборники. В газосборниках коксовый газ охлаждается непрерывным орошением его аммиачной водой, до температуры от 80 до 85° С. Вода подается под напором от 100 до 150 кПа при этом интенсивно распыляется специальными форсунками.

Вода, которую используют для охлаждения, называют надсмольной или аммиачной водой, так как в ней содержится аммиак, поглощенный из газа. Надсмольной воду называют, потому что плотность смолы больше единицы и при разделении вода всегда будет находится над смолой. Расход аммиачной воды составляет от 5 до 6 м³ на 1 т шихты, от 2 до 3 % этой воды испаряется. Для орошения используется горячая вода с температурой от 70 до 75° С, при этом в газосборниках вода еще нагревается на 3 – 4° С.

Затем газ отправляют для дальнейшего охлаждения в первичные газовые холодильники. Газ после первичных газовых холодильников должен иметь температуру от 25 до 35° С. Если температура будет выше, это негативно отразится на аппаратуре цеха химического улавливания.

Коксовый газ и аммиачная вода из газосборника отводятся по прямому газопроводу в сепаратор. В сепараторе идет разделение газа от жидкой фазы. Конденсат из сепаратора по трубопроводу стекает в механизированный отстойник-осветлитель для отстаивания и осветления аммиачной воды. Затем поступает в промежуточный сборник. Так же в из машинного отделения поступает конденсат газа.

Из аммиачной воды отгонкой с паром выделяют: NH₃ (в виде концентрированной аммиачной воды), фенолы, пиридиновые основания. Затем воду отправляют в аммиачную колонну для частичного улавливания аммиака и фенолов, в виде товарных продуктов. Очищенную воду после разбавления технической водой направляют на тушение кокса или на биологическую

очистку сточных вод на очистные сооружения [5].

Образование фенольной воды

Сточные воды, поступающие по трубопроводам самотечной фенольной канализации в фенольный сборник через колодец:

- сточные воды, поступающие по трубопроводам самотечной фенольной канализации через фенольную насосную станцию;
- воды, которые образуются за счет взаимодействия острого пара и технической воды; (отжимные воды из хранилищ, сепараторные воды,);
- загрязненный конденсат энергетического пара, используемый для пропарок трубопроводов, аппаратуры, железнодорожных цистерн; от паровой инжекции газов при загрузке коксовых печей и др.;
- аварийные сбросы обводненных продуктов; утечки технической воды и конденсата пара при нарушении герметичности теплообменной аппаратуры;
- дождевые воды через технологический тоннель коксохимического производства, поверхностный сток с территории химических цехов (в теплый период) и талые воды;
- конденсат коксового газа, поступающий от конденсатоотводчиков коксового цеха;
- прочие источники: аварийные переливы со сборника аммиачной воды, с первичных отстойников и маслоотделителей биохимической установки через колодец, с хранилищ избыточной надсмольной воды, цикла газосборника.

1.2 Физико-химическая характеристика сточных вод КХП

В сточной воде содержится большое количество примесей, это влечет за собой применение различных методов выделения или обезвреживания их.

Некоторые методы являются дополнительными к основной технологии улавливания и переработки химических продуктов коксования. Такие методы предназначены для выделения веществ в виде товарных продуктов из сточных вод и улучшения качества стоков до подачи их в систему фенольной канализации [6].

Общей проблемой для все производств является, удаление из производственных сточных вод масел и смолистых веществ.

Для всех производств существуют одинаковые методы очистки, такие как: сорбция, экстракция, отстаивание, фильтрация, флотация, и др. Выбор нужного метода зависит не только от природы масел и смол, но также зависит и от требований предъявляемых к качеству воды.

Очистка от масел и смолы, плотность которых больше единицы, осуществляется, в основном методом отстоя.

Масла в сточных водах КХП имеют специфический состав по сравнению со сточными водами других производств, в основном они представлены компонентами поглотительного масла и антраценового масла.

В практике оценки работы очистных сооружений КХП контролирующими органами это обстоятельство, не учитывается. Существует огромное количество литературы, посвященной проблеме очистки сточных вод от масел.

В литературе рассмотрены условия выделения масел нефтяного происхождения, т.к. в них содержатся в большом количестве циклопарафиновые и парафиновые углеводороды. С маслами КХП их объединяет низкая растворимость в воде вызванная высокой гидрофобностью [6].

Результаты выполненных исследований в Уральском политехническом институте, показали, что эмульсии, которые содержатся в воде нефтяного и каменноугольного происхождения, значительно различаются.

Каменноугольное масло образуют эмульсии дисперсность частиц масел которых, выше при этом устойчивость таких эмульсий высокая. В первую очередь, это зависит, от состава углеводородов. Количество ароматических углеводородов в нефтепродуктах мала, в них содержатся в основном алициклические и алифатические углеводороды, которые отличаются между собой насыщенностью структуры. Насыщенность структуры обуславливается тем, что такие углеводороды не взаимодействуют с водой. Также устойчивость эмульсий зависит от растворимых примесей содержащихся в сточной воде.

Характерными компонентами, содержащимися в сточных водах коксохимического производства являются пиридин и фенол.

Эмульгированию масел в сточных водах способствуют, выбор технологических параметров процессов улавливания и переработки химических продуктов коксования. Изменение фазово-дисперсного состояния также может происходить при смешивании различных стоков.

По выше проведенному анализу можно сделать вывод, что применяя одинаковые условия очистки нефтяных стоков (режим, схема, аппаратура) остаточное содержание каменноугольных масел ниже, чем у маслосодержащих.

Поэтому фенольный сток можно рассматривать как сложную дисперсную систему [6].

Любая дисперсная система может характеризоваться с точки зрения размера частиц дисперсной фазы, межфазного взаимодействия с дисперсионной средой и их агрегатного состояния. В сточной воде коксохимических производств дисперсная фаза состоит не только из масел, но и из частиц угля и кокса.

Таблица 1.1 – Классификация по степени дисперсности

Системы	Размер частиц, см
Грубодисперсные системы	более 10^{-4}
Системы промежуточной степени дисперсности	от 10^{-4} до 10^{-5}
Высокодисперсные системы	от 10^{-5} до 10^{-7}

Микроскопические исследования состава сточных вод КХП показали, что в таких водах содержатся частицы, которые различаются дисперсностью, поэтому такая система называется полидисперсной. Размер частиц не более 40 – 50 мкм, шарообразной формой.

Сточная вода по своему агрегатному состоянию может относиться как к суспензиям, так и к эмульсиям.

Высокодисперсные частицы, имеющие размер менее 1 мкм, в отличие от других, не задерживаются обычными фильтрами. Для их улавливания применяют мембранные фильтры. Поэтому такие частички масла, наиболее

трудно удалить при очистке сточной воды. Их содержание зависит от условий образования и состава сточных вод.

Для ориентировочной оценки содержания высокодисперсных частиц (Y) по текущим анализам общего фенольного стока можно воспользоваться уравнением регрессии (с уровнем значимости 95%):

$$Y = 14,49444 + 0,180343X_1 - 0,017566X_2 + 0,008963X_3$$

где X_1 и X_2 – соответственно содержание общих масел и аммиака общего, в мг/л;

X_3 – химическая потребность в кислороде (ХПК) сточной воды за вычетом ХПК идентифицированных соединений (в основном фенолов и роданидов), которая характеризует наличие в воде органических примесей.

В сточных водах различных предприятий, содержание высокодисперсных частиц масел составляет от 10 до 70 мг/л. Если в воде содержатся соли аммония, то это способствует снижению содержания высокодисперсных частиц, но при этом происходит увеличение количества органических примесей.

Устойчивость частиц масла зависит от состава масла, а также от всех компонентов содержащихся в сточной воде.

Прямая зависимость установлена от количества фенолов в дисперсионной среде и обратная зависимость от содержания солей аммония. Также оказывает влияние рН среды. С увеличением рН повышается агрегативная устойчивость эмульсии поглотительного масла. Если значение рН около 8,5, то наблюдается минимальная устойчивость эмульсии антраценового масла.

Сточные воды имеют плотность несколько меньше 1 г/см³. Наименьшую плотность имеют сепараторные воды цеха ректификации сырого бензола и отделения дистилляции бензола, что показывает высокое содержание бензола. Дистиллированная вода имеет вязкость воды в 1,5 раза ниже, чем вязкость отдельных стоков КХП которая колеблется от 1,31 до 1,49 сст (при 25° С). Это

показывает то, что между молекулами имеются дополнительные связи, помимо постоянных сил сцепления.

Наличием в воде поверхностно активных веществ (ПАВ) характеризуется величина поверхностного натяжения сточных вод. Примеси, которые находятся в общем стоке коксохимического производства, в воде цикла конечного охлаждения коксового газа, в избыточной аммиачной воде, в сепараторных водах, имеют небольшую поверхностную активность. Примеси, которые содержатся в отжимных водах хранилищ антраценового и поглотительного масел, а также в сточных водах склада масел смолоперерабатывающего цеха, уменьшают поверхностное натяжение воды на величину до 7,8 дин/см. Это показывает что такие воды имеют большую поверхностную активность. Можно сделать вывод о том, что во всех стоках КХП содержатся ПАВ. Имеются довольно сложные взаимозависимости поверхностного натяжения от состава вод, из-за взаимного соотношения солей аммония, масел, фенолов. ПАВ, которые наличествуют в сточных водах, создают все необходимые условия для флотационного выделения масел, но содержание их может быть незначительным в некоторых водах. От повышения температуры прямо зависит снижение поверхностного натяжения. Соль двухвалентных металлов, как неорганический электролит дает хороший эффект. При концентрации 0,2 мг в воде двухзарядных катионов (Mg^{2+} , Ca^{2+} , Fe^{2+} и др.) происходит коагуляция некоторого количества высокодисперсных частиц масел [7].

1.3 Механические методы очистки сточных вод КХП

Для удаления из сточных вод нерастворенных и коллоидных примесей предназначена механическая очистка.

Механическая очистка может проводится различными методами, такими как: фильтрование, отстаивание, процеживание, удаление нерастворенных примесей в центрифугах и гидроциклонах.

Процеживание

Для удаления из сточной воды крупных и более мелких плавающих

веществ, а также волокнистых загрязнений применяют метод процеживания.

Для удаления из воды мелких частиц применяются сетки, а для удаления более крупных используют решетки. На всех очистных сооружениях, для предварительной очистки необходимо предусматривать решетки.

Для удаления из воды мелких взвешенных веществ чаще всего используют барабанные сетки с ячейками 0,5*0,8 мм. Для удаления волокон из сточных вод предприятий используют волокнуловители различной конструкции.

Отстаивание

Отстаивание воды – процесс удаления грубодисперсных примесей и тяжелых смол под действием гравитационных сил взвешенных веществ. При этом частицы имеющие плотность больше плотности воды, движутся вниз, с меньшей плотностью вверх. Сооружения, в которых осуществляется этот процесс называются песколовками (для выделения минеральных примесей) и отстойниками (для задержания более мелких оседающих и всплывающих примесей, а так же нефтеловушках, масло- и смолоуловителях).

Фильтрация

Фильтрация применяется для очистки воды от мельчайших частиц разного происхождения. Основным приспособлением для такой очистки служат фильтры. Загрязненная вода, проходя через фильтрующий материал, оставляет в нем все ненужные взвеси.

На предприятиях находят свое применение фильтры различных видов. Например в бумажной промышленности применяют фильтры двух видов: вакуумные и сетчатые. Для более глубокой очистки подходят гидроциклоны и центрифуги. Гидроциклон – конический железный сосуд, на стенках которого под влиянием центробежных сил скапливаются тяжелые частицы [8].

1.4 Сооружения для механического метода очистки сточных вод

Для применения механического способа очистки выделяют следующие виды устройств:

Сита и решетки

Решетки задерживают наиболее крупные примеси из органики и минералов и могут быть прямоугольными (представленными рядом неподвижных пластин или стержней), шнековыми, дробильными или ступенчатыми.

Решетки представляют собой раму с металлическими стержнями, которые расположены параллельно друг другу и создающие при этом плоскость с отверстиями, через которую проходит загрязненная вода. Для устройства решеток применяют стержни круглой, прямоугольной формы, прямоугольной с закругленной частью и др. (рисунок 1.1).

У решеток современных конструкций зарубежного и отечественного производства толщина стержней (пластин) составляет от трех до 10 мм, ширина прозоров от трех до 16 мм.

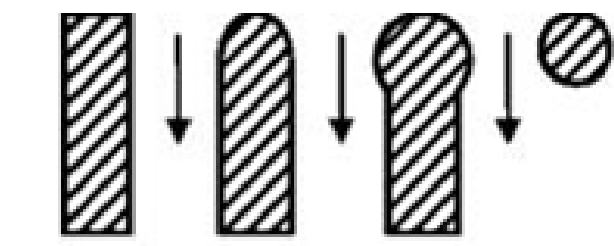


Рисунок 1.1 – Профили стержней

Решетки устанавливаются в расширенных каналах, называемых камерами. Вода движется самотеком. Решетки могут быть наклонные и вертикальные, а также неподвижные и подвижные (рисунок 1.2). Для очистки решеток применяются грабли. Для удобного съема загрязнений решетки чаще всего устанавливаются под углом к горизонту $\alpha=60^\circ$.

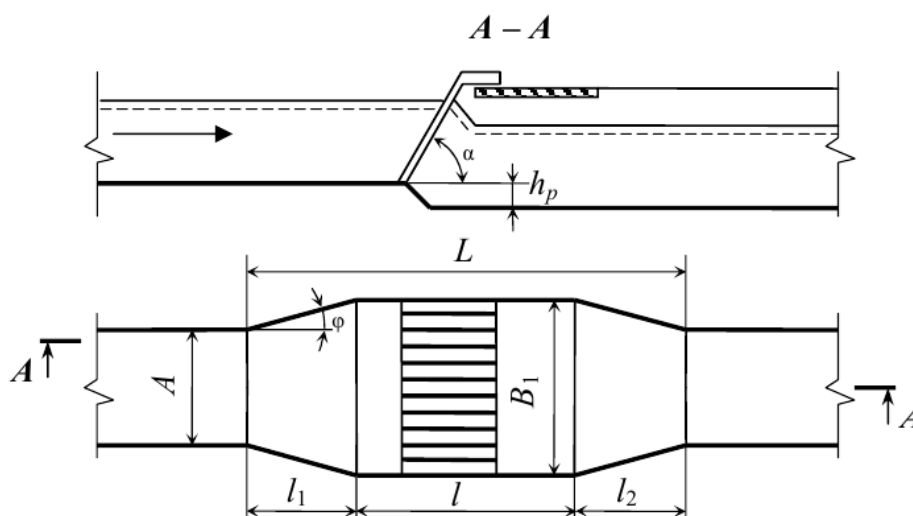


Рисунок 1.2 – Решетка с ручной

При количестве улавливаемых отбросов $0,1 \text{ м}^3$ в сутки и более их удаляют при помощи механизированных средств (рисунок 1.3). Задержанные загрязнения подвергаются дроблению, на специальных дробилках. После скидываются в поток воды, либо происходит транспортировка в метантенки на сбраживание.

Размер решеток можно определить исходя из условия обеспечения в прозорах решеток оптимальной скорости от 0,8 до 1,0 м/с при наибольшем расходе сточных вод. При большей скорости уловленные загрязнения «пропихиваются» через решетки. При меньшей скорости в уширенной части канала, перед решеткой, начинает накапливаться осадок в виде крупных фракций песка.

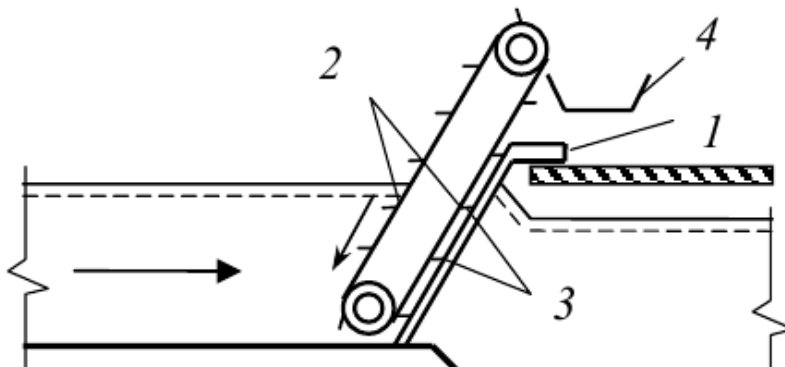


Рисунок 1.3 – Решетка с механическими

1 – решетка; 2 – бесконечная цепь; 3 – грабли; 4 – конвейер

Количество рабочих решеток подбирается исходя из общей ширины решеток. Дополнительно устанавливают одну или две резервные решетки. В случае аварийного засора решеток предусматривают обходной канал для пропуска воды.

Устройства, схожие с решетками, но удаляющие более мелкие частицы (песок, гравий, осколки стекла) – сита. Чаще всего используются барабанные, которые, вращаясь, фильтруют воду, задерживая примеси. Отверстия сетки такого барабана составляют несколько десятых миллиметра.

Песколовки

После прохождения воды через решетки и сита сточные воды поступают на песколовки. Задача песколовок удалить из воды примеси наименьшего диаметра. Песколовки, по направлению движения воды подразделяются на вертикальные, горизонтальные и с вращательным движением жидкости. Если количество осадка не превышает $0,1 \text{ м}^3$ в сутки, то допускается удалять осадок вручную, если же осадка образуется больше выгрузка происходит механизированным путем.

Принцип работы песколовок основан на силах гравитации, направленных вниз и не дающих тяжелым твердым примесям двигаться дальше, осаживая их на дно вдоль всего стока. При слишком сильном течении гравитационная составляющая может не соответствовать прямолинейной, из-за чего качество работы песколовки существенно снижается: скорость необходимо уменьшать. Песок, удаленный из воды данными устройствами, в дальнейшем используется в строительстве.

Горизонтальные песколовки

Горизонтальные песколовки это удлинённые сооружения прямоугольной формы. (рисунок 1.4).

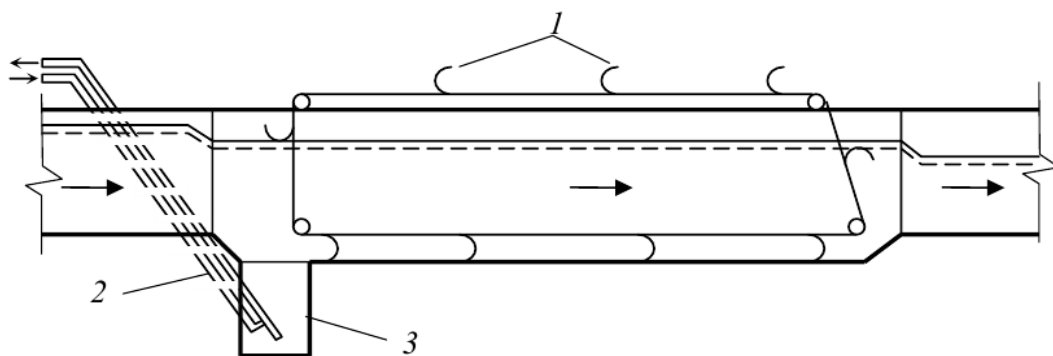


Рисунок 1.4 – Горизонтальная песколовка

1 – цепной скребковый механизм; 2 – гидрозелеватор; 3 – бункер

Приемлемая скорость движения в таких песколовках от $0,15$ до $0,35 \text{ м/с}$, гидравлическая крупность задерживаемого песка от 18 до 24 мм/с .

Песколовки такого вида применяют, если расход сточных вод свыше $10000 \text{ м}^3/\text{сут.}$

Вертикальные песколовки

Вертикальные песколовки удобны для накопления большого количества осадка, именно поэтому их используют на станциях очистки поверхностных вод и в полураздельных системах. Применяют песколовки при расходе сточных вод до 10000 м³/сут.

Такие песколовки представляют собой резервуар цилиндрической формы. Вода на очистку поступает по касательной с двух сторон, а отводится кольцевым лотком (рисунок 1.5). Недостатком таких песколовков является большая продолжительность пребывания воды в сооружении [9].

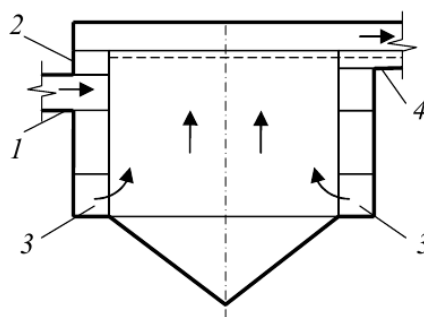


Рисунок 1.5 – Вертикальная песколовка

1 – подводный канал; 2 – сборный кольцевой лоток;

3 – ввод воды в рабочую зону; 4 – отводной канал

Отстойники

После песколовок и решеток вода переходит в отстойник. Отстаивание является самым простым, дешевым и наименее трудоемким методом очистки сточной воды от грубодисперсных примесей, плотность которых отличается от плотности воды. Под действием гравитационных сил загрязнения всплывают на поверхность воды или оседают на дно отстойника.

Жидкость отстаивают в течение 3 часов, результативность составляет около 50 %. Некоторые очистные станции имеют дополнительные пруды для отстаивания. Это связано с тем, что производительность работы отстойника можно увеличить за счет большей площади.

Отстойники, применяемые на различных очистных сооружениях канализации, классифицируются:

- по характеру работы (непрерывного и периодического действия);
- по технологической роли: первичные отстойники предназначены для осветления сточной воды, вторичные отстойники применяются после биологической очистки для отстаивания воды и третичные отстойники используются для доочистки;
- по направлению движения воды в отстойнике: бывают горизонтальные, вертикальные, радиальные (разновидности: с центральным, периферийным и с радиальным подвижным впуском воды);
- по способу обеспечения флокуляции взвешенных веществ: пассивная флокуляция (в контактной среде или свободном объеме) и активная флокуляция (достигается путем механического перемешивания, реагентной обработкой или аэрацией);
- по способу выгрузки осадка: сооружения илососами, гидросмывом или со скребковыми механизмами.

Горизонтальные отстойники

Применяются на очистных сооружениях канализации производительностью от 20 до 100 тыс. м³/сут. Горизонтальный отстойник это прямоугольный резервуар, имеющий несколько отделений, которые разделены продольными перегородками. Вода в отстойнике движется горизонтально (рисунок 1.6).

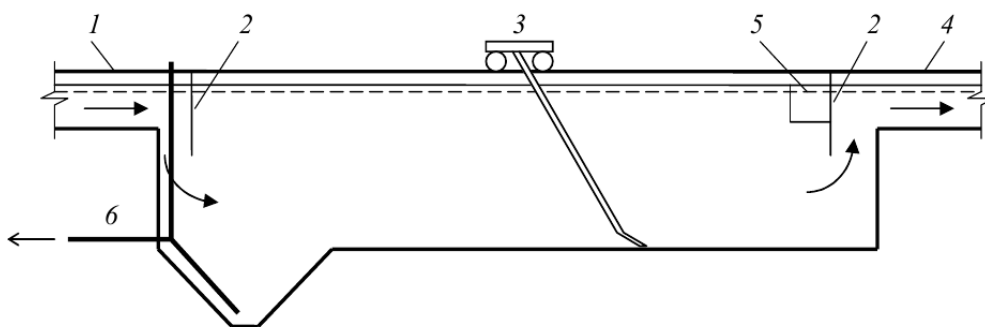


Рисунок 1.6 – Горизонтальный отстойник

- 1 – подводящий лоток; 2 – полупогружная доска; 3 – скребковая тележка;
4 – отводящий лоток; 5 – жиросборный лоток; 6 – удаление осадка

Осадок выпавший на дно с помощью скребкового механизма перемещается в расположенные на входе в отстойник приемки, откуда под давлением направляется в самотечный трубопровод. Всплывающие нефтепродукты и жировые вещества собираются в конце сооружения в жиросборный лоток, из которого также самотеком отводятся на перекачку.

Главными достоинствами таких отстойников являются: высокая степень очистки по взвешенным веществам, которая составляет от 50 до 60 % и возможность их блокирования с азротенками.

Недостатки – большой расход железобетона по сравнению с круглыми отстойниками и неудовлетворительная работа скребковых механизмов, особенно в зимний период.

Вертикальные отстойники

Вертикальные отстойники используются на очистных сооружениях производительностью от 2 до 20 тыс. м³/сут. Вертикальный отстойник представляет собой круглый резервуар с коническим днищем, в котором поток осветляемой воды движется в вертикальном направлении. Вертикальные отстойники бывают с периферийным и центральным впуском воды, с нисходяще-восходящим движением воды.

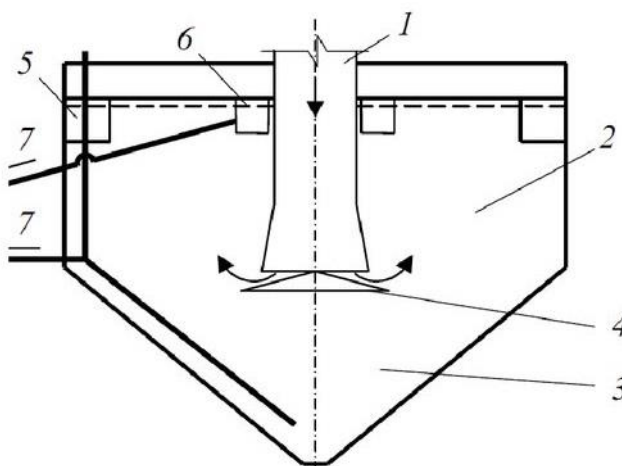


Рисунок 1.7 – Вертикальный отстойник с центральным впуском

1 – центральная труба; 2 – зона отстаивания; 3 – осадочная часть;

4 – отражательный щит; 5 – периферийный сборный лоток;

6 – кольцевой лоток; 7 – удаление осадка

В вертикальных отстойниках с центральным впуском (рисунок 1.7) поступающая вода на очистку спускается вниз по центральной трубе, затем отражается от конусного отражательного щита и направляется в зону осветления. В этой зоне происходит процесс флокуляции частиц, при этом если гидравлическая крупность частиц превосходит скорость восходящего вертикального потока, они выпадают в осадок.

Очищенная вода попадает в периферийный сборный лоток, при этом все всплывающие вещества собираются кольцевым лотком. Степень очистки таких отстойников составляет 40 %.

В работе наибольшее применение нашли вертикальные отстойники с нисходяще-восходящим движением воды (рисунок 1.8). В таких отстойниках загрязненная вода поступает в центральную часть отстойника. Далее вода пройдя через зубчатый водослив распределяется по всей периферии отстойника. Движение воды при этом, нисходящее. Взвешенные вещества в большей степени успевают выпасть в осадок еще до поступления воды в кольцевую зону. В кольцевой зоне происходит доосветление воды и сбор ее периферийным лотком. Степень очистки в таких отстойниках составляет от 60 до 65 %.

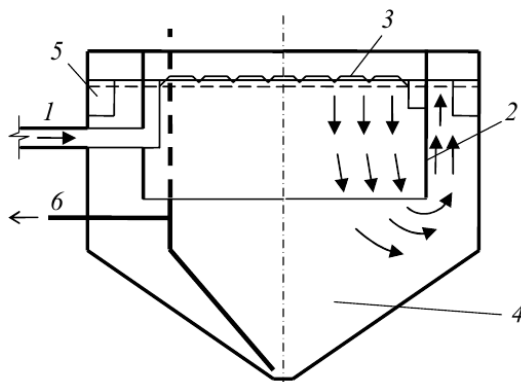


Рисунок 1.8 – Вертикальный отстойник с нисходяще-восходящим
1 – подающий трубопровод; 2 – кольцевая перегородка; 3 – зубчатый водослив;
4 – осадочная часть; 5 – периферийный сборный лоток;
6 – удаление осадка.

Достоинства вертикальных отстойников: удобство в эксплуатации и простота конструкции. Недостатки: большая глубина сооружений [10].

Радиальные отстойники

Радиальный отстойник это круглый железобетонный резервуар, в котором происходит выделение взвешенных веществ под действием гравитационных сил. Сточная вода по центральной трубе поступает в нижнюю часть отстойника и со скоростью от 1 до 2 мм в секунду распределяется от центра к периферии (рисунок 1.9).

Для предотвращения уноса масла с осветленной водой ее отводят из отстойника через утопленные в наружной стене отверстия и кольцевой водослив. Осаждающийся на дне отстойника осадок периодически удаляют скребковым устройством в центральный зумпф, из которого откачивают насосом.

Вращение скребкового устройства со скоростью 1 об/мин осуществляется электродвигателем мощностью 4,5 кВт (730 об/мин) через цилиндрический редуктор и червячную передачу.

Накапливающиеся на поверхности воды масла перетекают в радиальные лотки, по которым отводятся в кольцевой сборник. Масла из сборника откачиваются насосом.

Радиальные отстойники обычно бывают диаметром от 10 до 50 м. Они применяются на очистных сооружениях, где производительность свыше 20 тыс. м³/сут. Степень очистки достигает 60 %. Длительность отстаивания составляет от 5 до 6 часов. Достоинства: низкая удельная материалоемкость и простота эксплуатации. Недостатки: из-за высокой скорости в центральной части уменьшается коэффициент объемного использования [10,11].

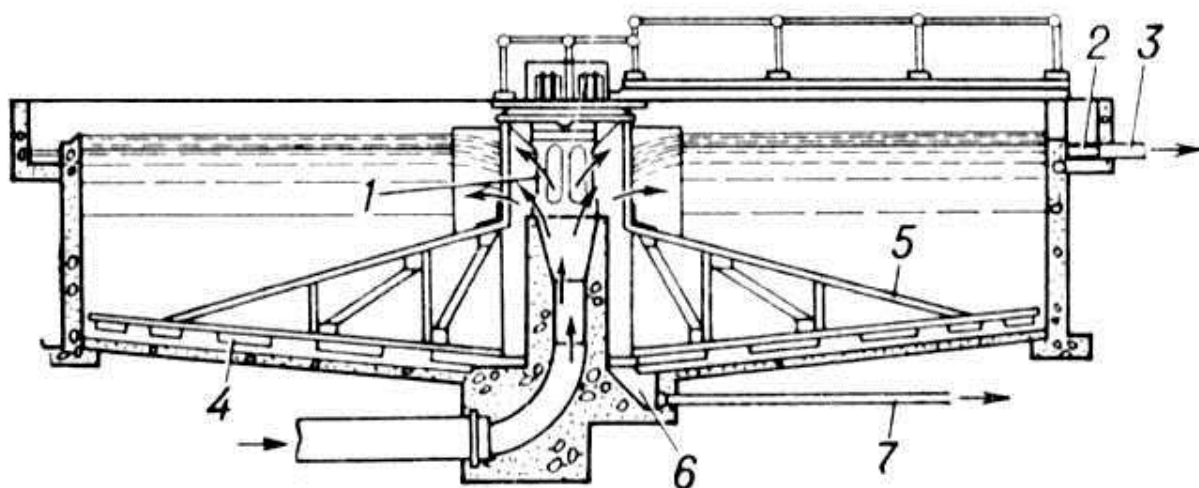


Рисунок 1.9 – Радиальный первичный отстойник

1 – центральная распределительная труба; 2 – круговой желоб; 3 – отводящий трубопровод осветленной воды; 4 – скребки; 5 – движущаяся ферма; 6 – приямок; 7 – иловая труба

Скребковый механизм для сбора осадка

Илоскреб для радиального отстойника предназначен для сгребания осадка, выпадающего на дно отстойника, к его центральному приямку.

Скребковое устройство состоит из пространственной фермы, которая имеет треугольное поперечное сечение, со скребками. Скребки расположены под углом 35° к направлению движения илоскреба (рисунок 1.10).

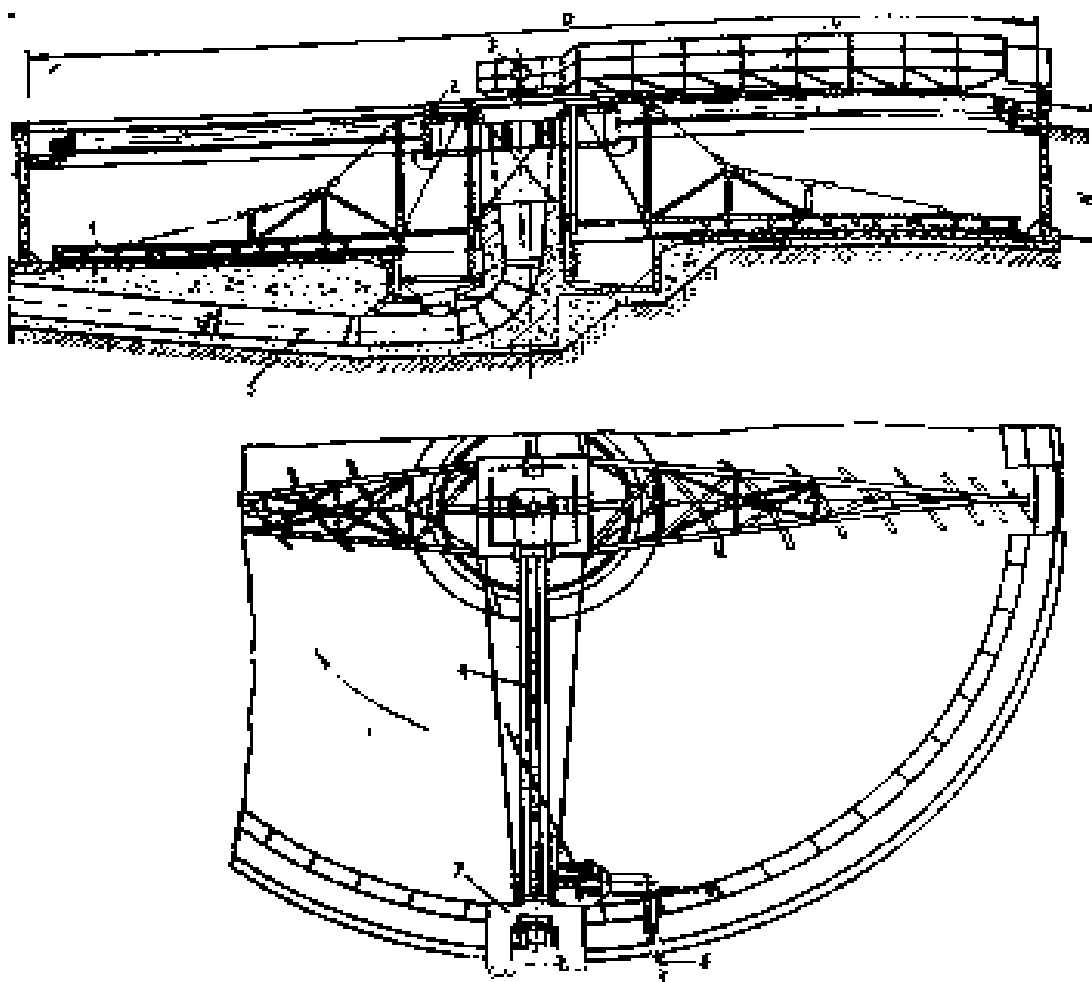


Рисунок 1.10 – Илоскреб для радиального отстойника

- 1 – сребковые крылья; 2 – платформа; 3 – кольцевой токоприемник; 4 – мост; 5 – подвод сточной жидкости; 6 – сток плавающих веществ в жиропровод; 7 – приводная тележка; 8 – направление вращения илоскреба.

Платформа выполнена в виде сварной конструкции. На платформе крепятся стакан для радиальной опоры и четыре катковые опоры с коническими катками. Также к платформе подвешены ферма и направляющий цилиндр. На ферме расположены дополнительные скребки для сгребания осадка в центральный приямок. Вращается платформа за счет приводной тележки, которая установлена на конце моста, через расчалки.

Мост изготовлен из угловой стали, на его внешнем конце установлена приводная тележка с одним ведущим обрешиненном колесом. При вращении фермы, колесо движется по поверхности борта отстойника. Этим концом мост опирается на платформу, что позволяет ему избегать неровностей на ходовой

поверхности борта отстойника. Другим концом мост упирается в стакан, укрепленный в центре платформы. По верху фермы моста устроен мостик для прохода к центральной опоре.

Приводная тележка состоит из следующих основных узлов: сварной рамы, электродвигателя, редуктора, пневмоколеса от автопогрузчика, двух пар зубчатых колес (одно является сменным). Для подачи питания от неподвижного источника к электродвигателю, установленному на вращающемся мосту, предназначен кольцевой токоприемник, укрепленный на мосту илоскреба над центральной опорой [12].

1.5 Оборудование для охлаждения сточной воды перед биологической очисткой

После отстойника аммиачная вода имеет температуру 90° С. По нормативам на биологическую очистку вода должна поступать с температурой не выше 40° С. Для охлаждения воды нам нужно подобрать теплообменный аппарат.

Теплообменные аппараты обычно классифицируют по следующим признакам:

- по направлению движения теплоносителей: перекрестного тока, противоточные и прямоточные;
- по принципу действия: смесительные и поверхностные;
- по назначению: испарители, холодильники, конденсаторы, подогреватели;

Рассмотрим более подробно классификацию теплообменных аппаратов по принципу действия. По этому признаку теплообменники можно подразделить на следующие виды, это зависит от поверхности теплообмена:

- теплообменники с плоской поверхностью теплообмена (спиральные и пластинчатые аппараты, а также аппараты с рубашкой);
- теплообменники с трубчатой поверхностью теплообмена (теплообменники «труба в трубе», кожухотрубчатые, оросительные и змеевиковые теплообменники).

Кожухотрубчатые теплообменники

В таком аппарате, под кожухом расположен пучок теплообменных труб, трубы запаяны, развальцованы или вварены в трубную решетку. Кожух с двух сторон закрыт крышками. Теплоносители поступают в трубное и межтрубное пространство через штуцеры. Благодаря установленным в межтрубном пространстве поперечным перегородкам, которые закреплены стяжками, теплоноситель проходит сначала по одной стороне трубы затем по другой (рисунок 1.11)

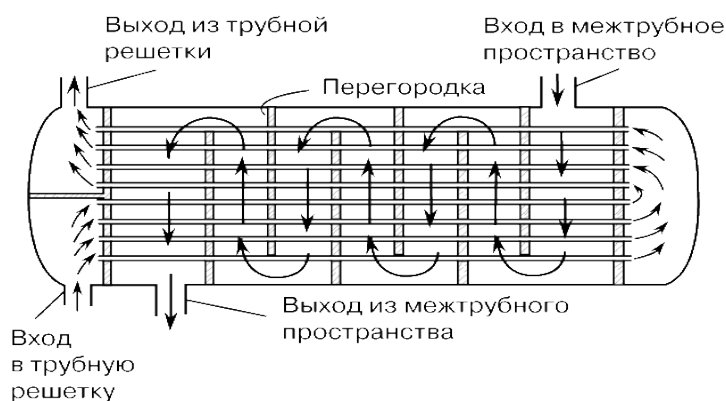


Рисунок 1.11 – Кожухотрубчатый теплообменник

Площадь теплообмена кожухотрубчатых теплообменников составляет от 1 м² до 5000 м².

При разности температур теплоносителей более 50 К в теплообменниках такого вида, возникает деформация трубок и кожуха.

По назначению делятся на: подогреватели, холодильники газа и жидкости, холодильники, а также кипятильники и конденсаторы. Достоинством таких аппаратов являются: надежность, широкий диапазон давлений и температур рабочих сред, простота конструкции. Недостатки: низкий коэффициент унификации (отношение числа узлов и деталей, одинаковых для всего размерного ряда, к общему числу узлов и деталей в аппарате), который составляет всего 0,13.

Теплообменник «труба в трубе»

Теплообменники «труба в трубе» или двухтрубные теплообменники применяются при небольших расходах теплоносителей.

Аппарат представляет собой набор последовательно соединённых друг с другом элементов состоящих из двух труб: в трубе большого диаметра вставлена труба малого диаметра (рисунок 1.12). Поверхность теплопередачи такого теплообменного аппарата, не более 25 м². Благодаря проходному сечению в теплообменнике такого типа возникает высокая скорость течения теплоносителей, а это как правило приводит к высокому коэффициенту теплопередачи.

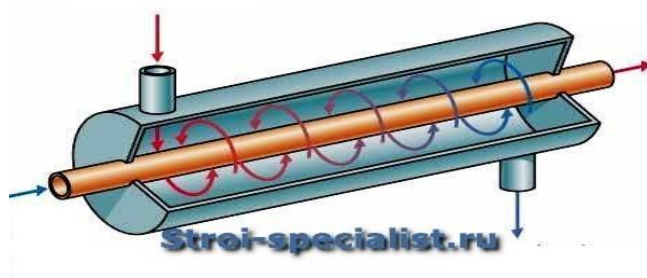


Рисунок 1.12 – Теплообменник «труба в трубе»

Теплообменные аппараты «труба в трубе» могут быть изготовлены как неразборными так и разборными. У неразборных теплообменников жесткая конструкция, поэтому если разность температур теплоносителей больше чем 70° С, их использовать не целесообразно.

Стандартные диаметры кожуховой и теплообменной трубы $D=38\div 220$ мм и $d = 25 \div 157$ мм соответственно. Секции в теплообменнике «труба в трубе» соединены в единую конструкцию. Такая конструкция может иметь любую пространственную компоновку.

Теплообменные аппараты данного вида чаще всего используют для нагревания или охлаждения в системе жидкость-жидкость, при этом расходы теплоносителей должны быть невелики и не изменять своего агрегатного состояния. Иногда такие аппараты применяют при высоком давлении для жидких и газо- образных сред, например, в качестве конденсаторов в производстве метанола, аммиака и др.

Достоинства:

- просты в изготовлении и уходе. Чистка таких теплообменников

достаточно проста, что обеспечивает существенное продление срока и службы;

- обладают достаточной универсальностью: в качестве теплоносителя в такой системе может выступать не только жидкость, но и пар;

- позволяют обеспечить оптимальную скорость движения теплоносителя путем подбора труб водопровода соответствующего диаметра.

Пластинчатые теплообменники

Пластинчатый теплообменник – это аппарат, с теплообменной поверхностью, которая состоит из набора тонких металлических гофрированных пластин. Такие аппараты изготавливают в неразборном и разборном виде. Разборный теплообменный аппарат показан на рисунке 1.13.

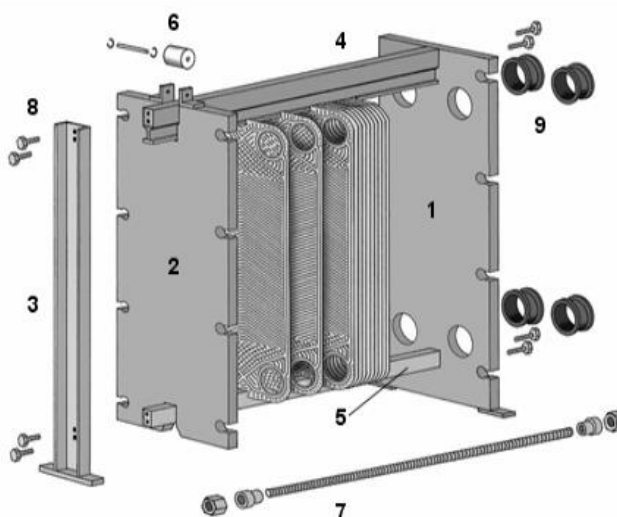


Рисунок 1.13 – Пластинчатый разборный теплообменник

1 – неподвижная плита, 2 – подвижная плита, 3 – вертикальная стойка,
4 – верхняя горизонтальная штанга, 5 – нижняя горизонтальная штанга,
6 – крепёжный винт, 7 – стяжной винт, 8 – болт, 9 – штуцер

Внутри теплообменного аппарата расположены теплообменные пластины которые разделены между собой прокладками. Прокладки зажимаются между подвижной плитой 2 и неподвижной 1 стяжным винтом 7. Каркас теплообменника состоит из горизонтальных штанг 4 и 5 и вертикальной стойки 3. Подвижная плита крепится сверху на горизонтальной штанге 4 винтом 6. Теплоносители вводятся и выводятся через штуцера 9 на неподвижной плите.

Поверхность теплообмена у пластинчатых аппаратов составляет до 800 м^2 . Теплоносители в таких теплообменниках имеют допустимые температуры от минус 30° до плюс 180° С , давление до $1,6 \text{ Мпа}$. По сравнению с кожухотрубчатый теплообменником рабочий диапазон уже, это связано со свойствами прокладочных материалов, которые предназначены для уплотнения пластин.

Спиральный теплообменник

В таких теплообменниках поверхность теплообмена образована двумя стальными лентами свёрнутыми в спираль. При этом образуются каналы прямоугольного сечения, по которым, как правило, противоток движутся теплоносители. Одно из веществ поступает в теплообменник по центру и выводится через штуцер на боковой поверхности теплообменника, другое вещество подается через боковой штуцер, а выводится через центральный. Спиральные теплообменники изготавливаются с поверхностью теплообмена 100 м^2 , используются при температурах от 20° до 200° С и давлении до 1 Мпа . Такие теплообменники просты в изготовлении и весьма компактны. Теплообменники со съёмной крышкой легко отчищаются от грязи и могут использоваться для теплоносителей с твёрдыми включениями (рисунок 1.14) [13,14].

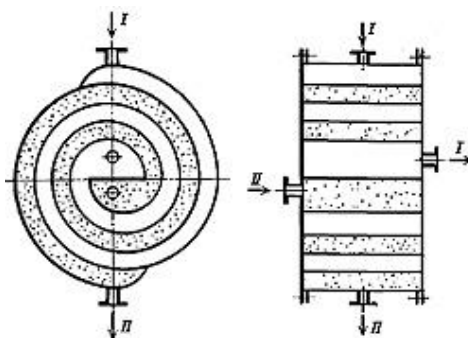


Рисунок 1.14 – Спиральный теплообменный аппарат

1.6 Усреднители

Для того чтобы обеспечить нормальную работу очистных сооружений усредняют расход сточной воды или концентрации веществ находящихся в ней. Для усреднения расхода и количества загрязнений применяют бак-усреднитель.

Усреднители бывают двух видов: контактный и проточный. В большинстве случаев применяют проточные усреднители, которые представляют собой многокоридорные (многоходовые) резервуары или емкости, снабженные перемешивающими устройствами. Многокоридорные усреднители могут быть прямоугольными и круглыми (рисунок 1.15). Усреднение в них достигается смешением струй различной концентрации [30].

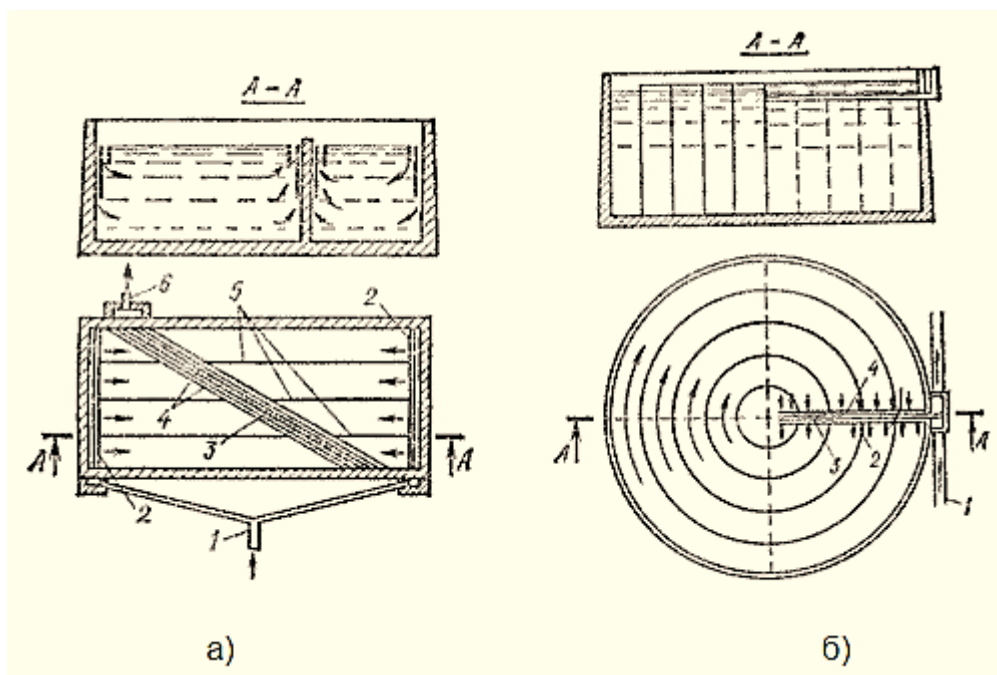


Рисунок 1.15 – Усреднители концентрации сточных вод
(а – прямоугольный усреднитель, б – круглый усреднитель)

1 – водоподающий канал; 2 – распределительный лоток; 3 – глухая перегородка; 4 – сборные лотки; 5 – продольные перегородки;
6 – водоотводящий лоток.

Сточные воды коксохимического производства (КХП), как источник загрязнения водоемов, являются наиболее опасными и трудными с точки зрения их очистки среди промышленных сточных вод. Поэтому очистка таких вод проводится комплексом физико-химических, механических и биохимических способов [15].

Целью дипломного проекта является очистка сточной воды КХП для дальнейшей биологической очистки от взвешенных веществ, масел и смолы.

Предварительная очистка осуществляется в горизонтальных радиальных отстойниках.

2 ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Энергоремонтный цех входит в состав КХП АО «ЕВРАЗ ЗСМК».

Цех предназначен для осуществления ремонтов, надзора за техническим состоянием и правильной эксплуатацией энергетического оборудования всех цехов КХП, бесперебойного снабжения их энергоресурсами: водой, паром, сжатым воздухом. Другая задача цеха – очистка аммиачных и фенольных сточных вод.

Цех был создан 1 мая 1976г. на базе уже существовавших в то время участков и служб отдела главного электрика КХП. Кроме технологических и производственных задач цех с первых же дней существования был предназначен для выполнения целого комплекса мероприятий по защите от загрязнения воздушного и водного бассейнов. Именно поэтому в его состав вошли паровоздухопроводный участок, участок по ремонту вентиляционного оборудования, участок по ремонту вентиляционного оборудования, участок по ремонту электрооборудования, котельный участок и биохимическая установка.

Биохимическая установка предназначена для очистки аммиачной и фенольной воды, поступающей из коксохимического производства. В основе этого способа – особые аэробные и анаэробные бактерии. Микроорганизмы перерабатывают органические вещества, тем самым поддерживают свою жизнеспособность (добывая углерод) и очищают стоки [3].

Для проведения эффективной биологической очистки, вода должна быть очищена от взвешенных веществ, масел и смолы. Для этого, сточная вода КХП проходит механическую очистку в отстойниках.

Для очистки сточных вод необходимо иметь оптимальную температуру стока перед осветлением. Эффективность отстоя одинакова в диапазоне температур от 20 до 50° С и резко ухудшается при температуре сточной воды выше 50° С, так как аммиачная вода имеет температуру 90° С её нецелесообразно смешивать с общим фенольным стоком. Поэтому, аммиачный и фенольный сток подаются на очистку в горизонтальные отстойники, отдельно.

После отстойников фенольная и аммиачная вода поступает в усреднитель. В усреднителе вода усредняется по химическому составу для обеспечения нормального технологического процесса. Далее вода самотеком поступает в сборник усредненных вод, откуда насосами по трубопроводу подается на предаэротенки, где происходит предварительное обесфеноливание сточной воды.

2.1 Инвентаризация загрязняющих веществ

2.1.1 Аммиачная вода

Избыточная аммиачная вода, образуется из пирогенетической влаги углей, которая под действием высоких температур в камерах коксовых печей превращается в водяные пары, а затем при охлаждении газа конденсируется в надсмольную воду.

При охлаждении коксового газа образуется большое количество избыточной аммиачной воды. Аммиачная вода является наиболее обильным стоком как по количеству, так и по содержанию загрязнений.

Наиболее концентрированная аммиачная вода первоначально подвергается обработке с целью улавливания аммиака и фенолов.

Поскольку после обработки вода имеет температуру около 90° С, подача ее на очистные сооружения осуществляется по напорным трубопроводам, где в дальнейшем охлаждается в теплообменном аппарате до температуры 30° С.

2.1.2 Фенольная вода

Фенольная вода которая поступает по трубопроводам самотечной фенольной канализации в фенольный сборник включает в себя:

- воды, образующиеся за счет контакта технической воды и острого пара. При этом техническая вода содержит химические продукты коксования при их улавливании и переработке (сепараторные воды, отжимные воды из хранилищ, избыточная вода цикла конечного охлаждения коксового газа);
- загрязненный конденсат энергетического пара, используемый для пропарок трубопроводов, аппаратуры, железнодорожных цистерн; от паровой инъекции газов при загрузке коксовых печей и др.;

- аварийные сбросы обводненных продуктов; утечки технической воды и конденсата пара при нарушении герметичности теплообменной аппаратуры;
- дождевые воды через технологический тоннель КХП, поверхностный сток с территории химических цехов (в теплый период) и талые воды;
- сточные воды, поступающие по трубопроводам самотечной фенольной канализации через фенольную насосную станцию №14;
- конденсат коксового газа, поступающий от конденсатоотводчиков коксового цеха;
- прочие источники: аварийные переливы: со сборника аммиачной воды, с первичных отстойников и маслоотделителей биохимической установки через колодец №121, с хранилищ избыточной надсмольной воды, цикла газосборника.

Этот поток подается на очистные сооружения по разветвленной самотечной сети [16].

В сточной воде содержатся вещества как растворимые (фенолы, аммиак, роданиды), так и нерастворимые (взвешенные вещества, смола и масло) в воде.

Фенолы являются одним из основных компонентов загрязнения промышленных сточных вод. Они встречаются в сточных водах таких производств где ведется тепловая переработка каменных и бурых углей, сланцев, древесины, торфа; в сточных водах заводов пластмасс и нефтеперерабатывающих заводов, обогатительных фабрик, цветной металлургии и др.

Фенол – кристаллическое бесцветное вещество, плавится при температуре 41°C , кипит при температуре 181°C . У фенола имеется характерный запах, вещество является токсичным. Человеком фенол воспринимается, если его концентрация составляет 4 мг/м^3 . Предельно допустимая концентрация в воздухе рабочей зоны 5 мг/м^3 , в водоемах содержание фенолов не должно превышать $0,001\text{ мг/л}$. Фенол хорошо растворяется в воде.

Роданиды – соли роданистоводородной (тиоциановой) кислоты, хорошо растворимы в воде.

Аммиак – химическое соединение с формулой NH_3 , при нормальных условиях – бесцветный газ с резким характерным запахом. Плотность аммиака почти вдвое меньше, чем у воздуха. Растворимость NH_3 в воде чрезвычайно велика.

Смола и масла – не растворяются в воде, а скапливаются на ее поверхности. Стабильность процесса биологической очистки зависит от степени очистки стоков от смоло-масляных загрязнений.

Взвешенные вещества – частицы кокса и коксового шлама, которые не растворяются в воде [17].

2.2. Допустимое качество поступающей воды на биологическую очистку

Средний состав общего стока вод, поступающих на биологическую очистку, для проведения нормального технологического процесса должен соответствовать показателям указанным в таблице 2.1, при этом температура воды должна быть не более 40° С и pH от 7,0 до 8,5.

Таблица 2.1 – Средний состав общего стока вод, поступающих на биологическую очистку

Вещество	Содержание в воде (кг/ч)
Аммиак, не более	1955
Фенолы, не более	1150
Роданиды, не более	920
Смолы и масла, не более	92
Взвешенные вещества, не более	11,5

Необходимым условием стабильной работы БХУ является постоянство качественных и количественных показателей поступающих сточных вод [16].

4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Научно-исследовательская работа (далее по тексту НИР) – работа научного характера, связанная с научным поиском, проведением исследований, экспериментами в целях расширения имеющихся и получения новых знаний, проверки научных гипотез, установления закономерностей, проявляющихся в природе и в обществе, научных обобщений, научного обоснования проектов [33].

4.1 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Таблица 4.1 – Анализ и оценка конкурентов

№п/ п	Характеристика предприятия	Основные конкуренты		АО «ЕВРАЗ ЗСМК»
		ОАО «ММК»	ЧерМК (ПАО «Северсталь»)	
1.	Уровень собственной инфраструктуры	высокий	высокий	высокий
2.	Уровень технологии	высокий	высокий	высокий
3.	Качество продукции	высокое	высокое	высокое
4.	Расходы на рекламу	осуществляют	осуществляют	осуществляют
5.	Время деятельности предприятия, лет	84	69	52
6.	Объёмы производства стали в год	12,2 млн тонн	9,8 млн тонн	8 млн тонн

Уровень собственной инфраструктуры предприятий оценен на высоком уровне, поскольку каждое имеет колоссальную материальную базу, которая наращивалась за годы развития. На основании официальных данных, опубликованных на сайтах предприятий, сделан вывод о том, что АО «ЕВРАЗ ЗСМК» уступает своим основным конкурентам ОАО «ММК», ЧерМК (ПАО «Северсталь»), по объемам производства стали, но при этом АО "Западно-

Сибирский металлургический комбинат" (АО "ЕВРАЗ ЗСМК") – последний крупный металлургический завод с полным металлургическим циклом, введенный в эксплуатацию в СССР. Металлургический комбинат расположен в городе Новокузнецке Кемеровской области.

ЕВРАЗ ЗСМК является крупнейшим в Сибири и самым восточным в Российской Федерации предприятием по производству стали. По объему производства он входит в пятерку крупнейших в России и тридцатку крупнейших в мире сталелитейных заводов. Входит в пятерку крупнейших в мире производителей железнодорожных рельсов. ЕВРАЗ ЗСМК реализует продукцию в России и других странах СНГ и экспортирует металл в 30 государств дальнего зарубежья. ЕВРАЗ ЗСМК выступает в качестве генерального поставщика рельсовой продукции для ОАО «Российские железные дороги».

С 1 июля 2011 г. ОАО «ЕВРАЗ Объединенный Западно-Сибирский металлургический комбинат» объединил ЗСМК и НКМК. В состав ЕВРАЗ ЗСМК входят площадка строительного проката и площадка железнодорожного проката.

Сортамент производимой металлопродукции включает в себя более 100 профилей и профилеразмеров проката, востребованного на рынке. Кроме рельсов, площадка выпускает значительные объемы сортового проката.

Производство стали и чугуна на ЕВРАЗ ЗСМК в 2015 году составило: чугуна около 6 млн тонн и стали около 7 млн тонн. Выпускаемая продукция на комбинате соответствует высокому качеству, что всегда поддерживается на стабильном уровне для удовлетворения требованиям потребителей. Этому способствует функционирование на комбинате интегрированной системы менеджмента (ИСМ), сертифицированной в Международной компании Бюро Веритас Сертификейшн. ЕВРАЗ ЗСМК – дважды был Лауреатом Премии Правительства РФ в области качества [34,35,36].

4.2 SWOT-анализ

SWOT-анализ – метод стратегического планирования, заключающийся в выявлении факторов внутренней и внешней среды организации и разделении их на четыре категории: сильные стороны, слабые стороны, возможности и угрозы.

В таблице 4.2 представим матрицу SWOT-анализа, где опишем все категории анализируемого проекта [37].

Таблица 4.2 – Матрица SWOT

Сильные стороны	Слабые стороны
С1. Высокая производительность продукции; С2. Наличие собственной ресурсной базы (самообеспеченность коксующимся концентратом, железорудным сырьем); С3. Географическая близость сырьевой базы, основных производственных мощностей и потребителей. С4. Квалифицированный персонал С5. Выход на международный уровень. С6 . Модернизация производства с целью увеличения эффективности и мощности текущего производства. С7. Перспектива наращивания объемов металлопродукции с высокой добавленной стоимостью и освоение новых рынков сбыта; С8. Внедрение безотходных технологий, технологий с экономией расходования сырья, вторичное использование ресурсов и утилизацию отходов.	Сл1. Операционная рентабельность EVRAZ ниже среднеотраслевых значений по металлургическим компаниям. Исторически это было обусловлено недостаточной обеспеченностью собственным сырьем в периоды опережающего роста цен на сырье.
Возможности	Угрозы
В1. Увеличение производительности за счет использования современных технологий; В2. Значительный рост ресурсной базы (к 2016 году плановый прирост производства концентрата коксующегося угля составит 138%, железной руды – 16%); В3. Возможности оптимизации долговой структуры. В4. Сотрудничество с учебными заведениями региона, привлечение молодых специалистов.	У1. Снижение мирового и внутреннего спроса на сырье и металлопродукцию; У2. Реализация проектов, требующих значительных объемов капиталовложений и как следствие увеличение долговой нагрузки компании; У3. В случае ухудшения ситуации на мировых рынках и снижения операционной прибыли долговая нагрузка на бизнес

	компания может увеличиваться; У4. Риски, связанные с внешнеэкономической деятельностью компаний
--	--

Таблица 4.3 – Интерактивная матрица проекта «Сильные стороны и возможности»

	Сильные стороны проекта								
		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
Возможности проекта	B1	+	+	-	+	+	+	+	+
	B2	+	+	+	+	+	-	+	+
	B3	-	0	-	+	+	-	-	-
	B4	-	-	-	+	+	+	-	+

Таблица 4.4 – Интерактивная матрица проекта «Слабые стороны и возможности»

	Слабые стороны проекта	
	Сл1	
Возможности проекта	B1	+
	B2	-
	B3	-
	B4	-

Таблица 4.5 – Интерактивная матрица проекта «Сильные стороны и угрозы»

	Сильные стороны проекта								
		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
Возможности проекта	Y1	+	-	+	-	+	-	+	+
	Y2	+	+	-	-	+	-	+	0
	Y3	+	0	+	-	+	-	0	-
	Y4	+	+	+	0	+	-	-	-

Таблица 4.6 – Интерактивная матрица проекта «Слабые стороны и угрозы»

	Слабые стороны проекта	
	Сл1	
Возможности проекта	Y1	+
	Y2	+
	Y3	+
	Y4	+

Таблица 4.7 – SWOT анализ

	Сильные стороны	Слабые стороны
	С1. Высокая производительность продукции; С2. Наличие собственной ресурсной базы (самообеспеченность коксующимся концентратом, железорудным сырьем); С3. Географическая близость сырьевой базы, основных производственных мощностей и потребителей. С4. Квалифицированный персонал С5. Выход на международный уровень. С6 . Модернизация производства с целью увеличения эффективности и мощности текущего производства. С7. Перспектива наращивания объемов металлопродукции с высокой добавленной стоимостью и освоение новых рынков сбыта; С8. Внедрение безотходных технологий, технологий с экономией расходования сырья, вторичное использование ресурсов и утилизацию отходов.	Сл1. Операционная рентабельность EVRAZ ниже среднеотраслевых значений по металлургическим компаниям. Исторически это было обусловлено недостаточной обеспеченностью собственным сырьем в периоды опережающего роста цен на сырье.
Возможности	Использование современных технологий позволит значительно увеличить производительность продукции, наличие собственных ресурсов ускорит развитие технологий, что также приведет к увеличению производительности. Прирост ресурсной базы, подтолкнет к развитию всех сильных сторон на текущем этапе, за исключением модернизации производства. Оптимизация долговой структуры влияет на квалификацию, вовлеченность персонала, а также на выход на внешние рынки. Привлечение молодых квалифицированных специалистов положительно влияет на общую квалификацию всего персонала, выход на международный уровень, модернизацию производства с целью увеличения	При недостатке собственного сырья невозможно увеличивать производительность
В1. Увеличение производительности за счет использования современных технологий; В2. Значительный рост ресурсной базы (к 2016 году плановый прирост производства концентрата коксующегося угля составит 138%, железной руды – 16%); В3. Возможности оптимизации долговой структуры.		

В4. Сотрудничество с учебными заведениями региона, привлечение молодых специалистов.	эффективности и мощности текущего производства, внедрение безотходных технологий, технологий с экономией расходования сырья, вторичное использование ресурсов и утилизацию отходов.	
Угрозы У1. Снижение мирового и внутреннего спроса на сырье и металлопродукцию; У2. Реализация проектов, требующих значительных объемов капиталовложений и как следствие увеличение долговой нагрузки компании; У3. В случае ухудшения ситуации на мировых рынках и снижения операционной прибыли долговая нагрузка на бизнес компании может увеличиваться; У4. Риски, связанные с внешнеэкономической деятельностью компании	Сильные стороны При снижении мирового и внутреннего спроса на продукцию, а также в случае ухудшения ситуации на мировых рынках и снижения операционной прибыли - производство затормозится, увеличится влияние географической близости сырьевой базы, затормозится выход на мировые рынки. Реализация крупно затратных проектов затронет производительность продукции, затруднит выход на международный рынок. Конъюнктура мировых рынков, курсы валют, внешнеэкономическая деятельность – влияют на все сильные стороны предприятия.	Слабые стороны Недостаточное обеспечение собственным сырьем поспособствует быстрому исполнению всех указанных угроз: и снижение спроса, и торможение реализации проектов, и долговая нагрузка.

4.3 Оценка готовности проекта к коммерциализации

Необходимо оценить степень готовности НИР к коммерциализации и выяснить уровень собственных знаний для ее проведения или завершения. Для этого необходимо заполнить специальную форму, содержащую показатели о степени проработанности проекта с позиции коммерциализации и компетенциям [37].

Таблица 4.8 – Оценка степени готовности научного проекта к коммерциализации.

№ п/п	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
1.	Определен имеющийся научно-технический задел	4	4
2.	Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела	3	3
3.	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	3	2
4.	Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	3	2
5.	Проработан механизм реализации научного проекта	4	4
	Итого баллов:	17	15

Оценка готовности научного проекта к коммерциализации определяется по формуле [37]:

$$B_{\text{сум}} = \sum B_i, \quad (4.1)$$

где $B_{\text{сум}}$ – суммарное количество баллов по каждому направлению;

B_i – балл по i -му показателю.

Значение $B_{\text{сум}}$ позволяет судить о мере готовности научной разработки и ее разработчика к коммерциализации.

По результатам оценки можно сделать вывод об уровне компетенций – перспективность выше среднего.

4.4 Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования

Передача интеллектуальной собственности в уставной капитал предприятия.

4.5 Инициация проекта

Организационная структура проекта

Таблица 4.9 – Рабочая группа проекта

№ п/п	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудо-затраты, час.
1.	Руководитель проекта	Проведение эксперимента	Реализация проекта в пределах заданных ограничений по ресурсам, координирует деятельность участника проекта	35
2.	Исполнитель проекта	Исполнение проекта	Выполнение работ по проекту, написание научной исследовательской работы	98
ИТОГО:				133

План проекта

Диаграмма Гантта – это популярный тип столбчатых диаграмм (гистограмм), который используется для иллюстрации плана, графика работ по какому-либо проекту. Является одним из методов планирования проектов. Используется в приложениях по управлению проектами. [38].

Календарный план-график проведения НИОКР по теме «Проект установки механической очистки сточных вод коксохимического производства АО «ЕВРАЗ ЗСМК» представлен в Приложении А.

4.6 Бюджет научного исследования

Сумма расходов на научные исследования включают стоимость расходных материалов и энергии, амортизацию объектов основных средств, оплату труда работников выполняющих научные исследования, другие расходы, непосредственно связанные с выполнением научных исследований [39].

Расчет затрат на материалы производится по форме таблицы 10 [37].

Таблица 4.11 – Сырье, материалы, комплектующие изделия и покупные полуфабрикаты

Наименование	Количество	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
Ноутбук HP Notebook	1	23 999	23 999
Принтер лазерный Samsung SL-M2020W	1	6990	6990
Флипчарт магнитно-маркерный Attache (размер 70x100см)	1	4100	4100
Картридж лазерный Samsung MLT-D103S	1	1800	1800
Бумага офисная SVETO COPY New A4, 80 г/м2, 500 листов	1	220	220
USB-флешка SILICON POWER LuxMini 720 16Gb	1	479	479
Ручки	3	20	60
Блокноты	2	60	120
Маркеры универсальные – для досок и флипчартов	1	343	343
Магнитный держатель D 30 6 штук в упаковке	1	125	125
Всего за материалы			38 236
Электроэнергия оборудования			311,6
Итого по статье C_m			38 547,6

Затраты на электроэнергию [37]:

$$C_{эл} = C_{эл} \cdot P \cdot F_{об}, \quad (4.2)$$

где: $C_{эл}$ – тариф на электроэнергию (2,13 руб. за 1 кВт·ч)

P – мощность оборудования, 1,1 кВт;

$F_{об}$ – время использования оборудования, 133 ч.

$$C_{эл} = 2,13 \cdot 1,1 \cdot 133 = 311,6 \text{ руб}$$

4.7 Основная заработная плата

Затраты на оплату труда работников, непосредственно занятых выполнением НИР

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НИР, включая премии, доплаты и дополнительную заработную плату [37].

$$C_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}, \quad (4.4)$$

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

$Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_{\text{раб}}, \quad (4.5)$$

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

$T_{\text{раб}}$ – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб.дн. (табл. 4.10);

Средняя заработная плата рассчитывается по формуле [37]:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}}, \quad (4.6)$$

где $Z_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, пятидневная неделя;

при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, шестидневная неделя;

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (табл. 4.12).

Таблица 4.12 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Исполнитель
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней:		
- выходные дни	52	116
- праздничные дни	8	8
Потери рабочего времени:		
- отпуск	48	24
- невыходы по болезни		
Действительный годовой фонд рабочего времени	257	217

Месячный должностной оклад работника [37]:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{б}} \cdot (k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}}, \quad (4.7)$$

где, $Z_{\text{б}}$ – базовый оклад, руб.;

$k_{пр}$ – премиальный коэффициент, (определяется Положением об оплате труда);

$k_{д}$ – коэффициент доплат и надбавок (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: определяется Положением об оплате труда);

$k_{р}$ – районный коэффициент, равный 1,3 (для Новокузнецка).

Таблица 4.13 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	$З_{б, руб.}$	$k_{пр}$	$k_{д}$	$k_{р}$	$З_{м, руб.}$	$З_{дн, руб.}$	$T_{р, раб.дн.}$	$З_{осн, руб.}$
Руководитель	21100	0,5	0,2	1,3	46631	1887	21	39627
Исполнитель	12700	0,5	0,2	1,3	28067	1448	19	27512
Итого:								67139

Дополнительная заработная плата рассчитывается исходя из 12% от основной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнение темы [37]:

$$З_{доп} = k_{доп} \cdot З_{осн}, \quad (4.8)$$

где $З_{доп}$ – дополнительная заработная плата, руб.;

$k_{доп}$ – коэффициент дополнительной зарплаты;

$З_{осн}$ – основная заработная плата, руб.

Таблица 4.14 – Заработная плата исполнителей НИР

Заработная плата	Руководитель	Исполнитель
Основная заработная плата, руб.	39627	27512
Дополнительная заработная плата, руб.	4755,2	3301,4
Зарплата исполнителя, руб.	44382,2	30813,4
Итого по статье $C_{зп}$, руб.	75195,6	

Отчисления на социальные нужды

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды [37].

$$C_{внеб} = k_{внеб} \cdot (З_{осн} + З_{доп}), \quad (4.9)$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.) 27,1%.

руководитель $C_{внеб} = 0271 \cdot (39627 + 4755,2) = 12027,66$ руб.

исполнитель $C_{внеб} = 0,271 \cdot (27512 + 3301,4) = 8350,43$ руб.

Итого: $12027,66 + 8350,43 = 20378,09$ руб.

Накладные расходы

Накладные расходы составляют 75% от суммы основной и дополнительной заработной платы работников, непосредственно участвующих в выполнение темы.

Расчет накладных расходов ведется по следующей формуле:

$$C_{накл} = k_{накл} \cdot (З_{осн} + З_{доп}), \quad (4.10)$$

где $k_{накл}$ – коэффициент накладных расходов.

На основании полученных данных по отдельным статьям затрат составим калькуляцию плановой себестоимости НИР.

Таблица 4.15 – Калькуляцию плановой себестоимости НИОКР

№ п/п	Наименование статей затрат	Сумма, руб.
1	Материалы	38 547,6
2	Затраты на оплату труда работников, непосредственно занятых созданием НИОКР	67139
3	Отчисления на социальные нужды	20 378,1
4	Накладные расходы	56 396,7
Итого себестоимость НИР		182 461,4

4.8 План управления коммуникациями проекта

План управления коммуникациями отражает требования к коммуникациям со стороны участников проекта.

Таблица 4.16 – План управления коммуникациями

№ п/п	Какая информация передается	Кто передает информацию	Кому передается информация	Когда передает информацию
1	Статус проекта	Руководитель проекта	Утверждающем у проект	Не позже сроков сдачи проекта
2	Обмен информацией о текущем состоянии проекта	Исполнитель проекта	Руководителю проекта	Еженедельно (пятница)
3	Документы и информация по проекту	Исполнитель проекта	Руководителю проекта	Ежемесячно

№ п/п	Какая информация передается	Кто передает информацию	Кому передается информация	Когда передает информацию
4	О выполнении контрольной точки	Исполнитель проекта	Руководителю проекта	Не позже сроков графиков

4.9 Реестр рисков проекта

Идентифицированные риски проекта включают в себя возможные неопределенные события, которые могут возникнуть в проекте и вызвать последствия, которые повлекут за собой нежелательные эффекты.

Таблица 4.17 – Реестр рисков

№	Риск	Вероятность наступления	Уровень риска
1	Технический	Маловероятно	Низкий
2	Внешний	Маловероятно	Низкий
3	Организационный	Маловероятно	Низкий
4	Управление проектом	Маловероятно	Низкий

4.10 Оценка абсолютной эффективности исследования

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как [37]:

$$I_{\Phi}^p = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}} \quad (4.11)$$

где I_{Φ}^p – интегральный финансовый показатель разработки;

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

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта и аналоги.

$$I_{\Phi}^p = 0,8 \quad ; \quad I_{\Phi}^a = 1,0$$

Таблица 4.18 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии \ ПО	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Аналог
Способствует росту производительности труда пользователя	0,28	5	4
Энергосбережение	0,32	4	4
Надежность	0,25	4	3
Материалоемкость	0,15	5	5
ИТОГО	1		

$$I_{тп} = 5 \cdot 0,28 + 4 \cdot 0,32 + 4 \cdot 0,25 + 5 \cdot 0,15 = 4,43$$

$$\text{Аналог} = 4 \cdot 0,28 + 4 \cdot 0,32 + 3 \cdot 0,25 + 5 \cdot 0,15 = 3,9$$

Интегральный показатель эффективности разработки $I_{финр}^p$ и аналога $I_{финр}^a$ определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{финр}^p = \frac{I_m^p}{I_\phi^p}; \quad I_{финр}^a = \frac{I_m^a}{I_\phi^a}, \quad (4.12)$$

$$I_{финр}^p = \frac{4,43}{0,8} = 5,54; \quad I_{финр}^a = \frac{3,9}{1} = 3,9$$

Сравнение интегрального показателя эффективности текущего проекта и аналогов позволяет определить сравнительную эффективность проекта. Сравнительная эффективность проекта:

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{финр}^p}{I_{финр}^a} = \frac{5,54}{3,9} = 1,42 \quad (4.13)$$

где $\mathcal{E}_{cp}$ – сравнительная эффективность проекта; $I_{мэ}^p$ – интегральный показатель разработки;

$I_{мэ}^a$ – интегральный технико-экономический показатель аналога.

$$\mathcal{E}_{\text{cp}} = 1,42$$

Таблица 4.19 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Разработка проекта	Аналог
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,8	1,0
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,43	3,9
3	Интегральный показатель эффективности	5,54	3,9
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,42	

Сравнение значений интегральных показателей эффективности позволяет понять и выбрать более эффективный вариант с позиции финансовой и ресурсной эффективности, в данном случае разработка проекта [37].