

ДЕПАРТАМЕНТ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

Государственное автономное профессиональное образовательное
учреждение Тюменской области

«Тюменский колледж производственных и социальных технологий»

(ГАПОУ ТО «ТКПСТ»)

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

по ОП.05 Процессы и аппараты

специальность 35.02.04 Технология комплексной переработки

древесины

г. Тюмень, 2021 год

Методические рекомендации по написанию курсовой работы для студентов, обучающихся по специальности 35.02.04 Технология комплексной переработки древесины

Составитель:

Золотарёва И.А., преподаватель ГАПОУ ТО «Тюменский колледж производственных и социальных технологий»

Настоящие методические рекомендации включают правила выполнения и порядок расчет многокорпусной выпарной установки.

Методические рекомендации предназначены для повышения качества и облегчения процесса выполнения курсовой работы.

Рекомендовано к изданию методическим советом колледжа
(протокол от «___» _____ 20__ г. № ___)

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1 Цели и задачи курсовой работы	5
2 Структура курсовой работы	6
3 Порядок выполнения курсовой работы	9
3.1 Выбор темы	9
3.2 Получение индивидуального задания	9
3.3 Составление плана подготовки курсовой работы	9
3.4 Подбор, изучение, анализ и обобщение материалов по выбранной теме	10
3.5 Разработка содержания курсовой работы	11
3.5.1 Разработка введения	11
3.5.2 Разработка основной части курсовой работы	14
3.5.3 Разработка заключения	15
3.5.4 Составление списка использованной литературы	15
4 Общие правила оформления курсовой работы	15
4.1 Оформление текстового материала	16
4.2 Оформление приложений	20
4.3 Требования к лингвистическому оформлению курсовой работы	21
5 Процедура проверки и защиты курсовой работы	23
Приложения	
Приложение А Пример оформления титульного листа	
Приложение Б Исходные данные многокорпусной выпарной установки	
Приложение В Формулы для расчета многокорпусной выпарной установки	

Уважаемый студент!

Курсовая работа по дисциплине по ОП.05 Процессы и аппараты одним из основных видов учебных занятий и формой контроля Вашей учебной работы.

Курсовая работа – это творческая деятельность студента по изучаемой дисциплине реферативного, практического или опытно-экспериментального характера.

Выполнение курсовой работы по дисциплине ОП.05 Процессы и аппараты на приобретение Вами практического опыта по систематизации полученных знаний и практических умений, формированию профессиональных (ПК) и общих компетенций (ОК).

Выполнение курсовой работы осуществляется под руководством преподавателя дисциплины ОП.05 Процессы и аппараты. Курсовая работа подлежит обязательной защите.

Настоящие методические рекомендации (МР) определяют цели и задачи, порядок выполнения, содержат требования к оформлению курсовой работы и практические советы по подготовке и прохождению процедуры защиты.

Подробное изучение рекомендаций и следование им позволит Вам избежать ошибок, сократит время и поможет качественно выполнить курсовую работу

Обращаем Ваше внимание, что если Вы получите неудовлетворительную оценку по курсовой работе, то Вы не будете допущены к итоговой аттестации по дисциплине

Консультации по выполнению курсовой работы проводятся как в рамках учебных часов в ходе изучения дисциплины, так и по индивидуальному графику.

Желаем Вам успехов!

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ КУРСОВОЙ РАБОТЫ/ПРОЕКТА

Выполнение курсовой работы рассматривается как вид учебной работы по дисциплине и реализуется в пределах времени, отведенного на её изучение.

1.1 Цель курсового проектирования

Выполнение студентом курсового проекта по дисциплине проводится с целью:

1. Формирования умений:

- определять основные параметры процессов и аппаратов;
- составлять и рассчитывать материальный и тепловой балансы отдельных процессов и аппаратов;
- пользоваться справочной, нормативно-технической документацией при выполнении расчетов и выборе аппаратов;

2. Формирования профессиональных компетенций по специальности:

- ПК 1.1. Управлять технологическими процессами получения волокнистых полуфабрикатов, бумаги и картона, древесно-волокнистых (древесно-стружечных) плит, лесохимической продукции по стадиям производства.
- ПК 1.2. Обеспечивать бесперебойную и безопасную эксплуатацию оборудования.
- ПК 1.3. Контролировать качество сырья, полуфабрикатов, химикатов, материалов, готовой продукции комплексной переработки древесины.
- ПК 2.1. Участвовать в планировании работы структурного подразделения.
- ПК 2.2. Участвовать в руководстве работой структурного подразделения.
- ПК 2.3. Анализировать процессы и результаты деятельности подразделения.

3 Формирования общих компетенций по специальности:

- ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.
- ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.
- ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.
- ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 6. Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.

ОК 7. Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), результат выполнения заданий.

ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.

ОК 9. Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.

1.2 Задачи курсовой работы

Задачи курсовой работы:

- поиск, обобщение, анализ необходимой информации;
- разработка материалов в соответствии с заданием на курсовую работу;
- оформление курсовой работы в соответствии с заданными требованиями;
- графическая часть, схематичное изображение трех корпусной выпарной установки по найденным расчетам;
- подготовка и защита (презентация) курсового проекта.

2 СТРУКТУРА КУРСОВОЙ РАБОТЫ/

Курсовая работа состоит из двух частей: пояснительной записки объемом не менее 30 листов и практической (графической части), иллюстрация.

Курсовая работа включает:

- Титульный лист
- Задание
- Содержание
- Введение
- Основная часть
- Практическая часть

- Заключение
- Список используемых источников
- Приложения

Практическая часть курсового проекта включает иллюстрационную схему трех корпусной выпарной установки

К пояснительной записке прилагается отзыв руководителя на курсовую работу.

3 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ/ПРОЕКТА

3.1 Выбор темы

Распределение и закрепление тем производит преподаватель.

При закреплении темы Вы имеете право выбора по выполнению работы по той или иной теме из предложенного списка. Самостоятельно изменить тему после ее утверждения Вы не можете.

Перечень тем:

1. Многокорпусная выпарная установка для получения метилового спирта
2. Многокорпусная выпарная установка для получения дубильного вещества
3. Многокорпусная выпарная установка для получения экстрактивных веществ
4. Многокорпусная выпарная установка для получения скипидара
5. Многокорпусная выпарная установка для получения эфирных масел
6. Многокорпусная выпарная установка для получения уксусной кислоты

3.2 Получение индивидуального задания

После выбора темы курсовой работы преподаватель выдает Вам индивидуальное задание установленной формы

3.3 Составление плана подготовки курсовой работы

В самом начале работы очень важно вместе с руководителем составить план выполнения курсовой работы. При составлении плана Вы должны вместе уточнить круг вопросов, подлежащих изучению и исследованию, структуру работы, сроки её выполнения, определить необходимую литературу.

Запомните: своевременное выполнение каждого этапа курсовой работы - залог Вашей успешной защиты и гарантия допуска к итоговой аттестации по дисциплине

3.4 Подбор, изучение, анализ и обобщение материалов по выбранной теме

Прежде чем приступить к разработке содержания курсовой работы/проекта, очень важно изучить различные источники (законы, ГОСТы, ресурсы Интернет, учебные издания и др.) по заданной теме.

Процесс изучения учебной, научной, нормативной, технической и другой литературы требует внимательного и обстоятельного осмысления, конспектирования основных положений, необходимых фактов, цитат.

От качества Вашей работы на данном этапе зависит качество работы по факту её завершения.

Внимание! При изучении различных источников очень важно все их фиксировать сразу. В дальнейшем данные источники войдут у Вас в список используемой литературы.

Практический совет: создать в своем компьютере файл «Литература по КР» и постепенно туда вписывать исходные данные любого источника, который Вы изучали по теме курсовой работы. Чтобы не делать работу несколько раз, внимательно изучите требования к составлению списка использованных источников.

Результат этого этапа курсовой работы – это сформированное понимание предмета исследования, логически выстроенная система знаний сущности самого содержания и структуры исследуемой проблемы.

3. 5 Разработка содержания курсовой работы

3.5.1 Разработка введения

Во-первых, во введении следует обосновать актуальность избранной темы курсовой работы, раскрыть ее теоретическую и практическую значимость, сформулировать цели и задачи работы.

Во-вторых, во введении, необходимо дать, хотя бы кратко, обзор литературы, изданной по этой теме.

Введение должно подготовить к восприятию основного текста работы. Оно состоит из обязательных элементов, которые необходимо правильно сформулировать.

Актуальность исследования (почему это следует изучать?) Актуальность исследования рассматривается с позиций социальной и практической значимости. В данном пункте необходимо раскрыть суть исследуемой проблемы и показать степень ее проработанности в различных трудах (юристов, экономистов, техников и др. в зависимости от ВПД). Здесь же можно перечислить источники информации, используемые для исследования.

Цель исследования(какой результат будет получен?) Цель должна заключаться в решении исследуемой проблемы путем ее анализа и практической реализации.

Задачи исследования(как идти к результату?), пути достижения цели. Определяются они, исходя из целей работы. Формулировки задач необходимо делать как можно более тщательно, поскольку описание их решения должно составить содержание глав и параграфов работы. Как правило, формулируются 3 -4 задачи.

Перечень рекомендуемых задач:

1. «На основе теоретического анализа литературы разработать...» (ключевые понятия, основные концепции).

2. «Определить... » (выделить основные условия, факторы, причины, влияющие на объект исследования).

3. «Раскрыть... » (выделить основные условия, факторы, причины, влияющие на предмет исследования).

4. «Разработать... » (средства, условия, формы, программы).

5. «Апробировать...» (что разработали) и дать рекомендации...

Теоретическая и практическая значимость исследования (что нового, ценного дало исследование?).

Теоретическая значимость исследования не носит обязательного характера. Наличие сформулированных направлений реализации полученных выводов и предложений придает работе большую практическую значимость.

При написании можно использовать следующие фразы: результаты исследования позволят осуществить...; будут способствовать разработке...; позволят совершенствовать....

Структура работы – это завершающая часть введения (что в итоге в работе представлено).

В завершающей части перечисляются структурные части работы, например: «Структура работы соответствует логике исследования и включает в себя введение, теоретическую часть, практическую часть, заключение, список литературы, 5 приложений».

3.5.2 Разработка основной части курсовой работы

Основная часть состоит из восьми разделов:

1. Материальный расчет
2. Тепловой расчет
3. Конструктивный расчет
4. Гидравлический расчет
5. Изоляционный расчет
6. Расчет теплотерь

7. Расчет бараметрического конденсатора

8. Экономический расчет

Излагая содержание публикаций других авторов, необходимо обязательно давать ссылки на них с указанием номеров страниц этих источников.

3.5.3 Разработка заключения

Заключение подводит итоги проведенного исследования. В заключении излагаются полученные выводы.

Проведенное исследование должно подтвердить или опровергнуть гипотезу исследования. В случае опровержения гипотезы даются рекомендации по возможному совершенствованию деятельности в свете исследуемой проблемы.

3.5.4 Составление списка источников и литературы

В список источников и литературы включаются источники, изученные Вами в процессе подготовки работы, в т.ч. те, на которые Вы ссылаетесь в тексте курсовой работы/проекта.

Внимание! Список используемых источников оформляется в соответствии с правилами, предусмотренными государственными стандартами (Приложение2).

Список используемой литературы должен содержать 10 источников, (включая материалы периодической печати и Интернет-ресурсы), с которыми Вы работали.

Список используемой литературы включает:

- нормативные правовые акты;
- научную литературу и материалы периодической печати;
- практические материалы.

Источники размещаются в алфавитном порядке. Для всей литературы применяется сквозная нумерация.

При ссылке на литературу в тексте курсовой работы/проекте следует записывать не название книги (статьи), а присвоенный ей в указателе «Список литературы» порядковый номер в квадратных скобках. Ссылки на литературу нумеруются по ходу появления их в тексте записки. Применяется сквозная нумерация.

4 ОБЩИЕ ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ КУРСОВЫХ РАБОТ

Требования к оформлению курсовых работ (проектов) для технических специальностей изложены в «Методических рекомендациях по оформлению пояснительных записок к курсовым и дипломным проектам для технических специальностей», утвержденных Методическим советом колледжа (протокол от «12» февраля 2020 г. № 1)

(<https://tkpst.ru/upload/iblock/6e4/6e4c6dad124234e827048e14131ecbb1.pdf>)

4.1 Оформление текстового материала

Текстовая часть работы должна быть представлена в компьютерном варианте на бумаге формата А4. Все страницы работы должны быть подсчитаны, начиная с титульного листа и заканчивая последним приложением. Нумерация страниц должна быть сквозная, начиная с введения и заканчивая последним приложением.

Весь текст работы должен быть разбит на составные части: разделы (главы) и подразделы (параграфы). Названия разделов (глав) и подразделов (параграфов) должны отражать их основное содержание и раскрывать тему работы

В основной части работы должны присутствовать таблицы, схемы, графики с соответствующими ссылками и комментариями.

В работе/проекте должны применяться научные и специальные термины, обозначения и определения, установленные соответствующими стандартами, а при их отсутствии – общепринятые в специальной и научной литературе.

4.2 Оформление приложений

В приложениях курсовой работы помещают материал, дополняющий основной текст.

Приложениями могут быть:

- графики, диаграммы;
- таблицы большого формата,
- статистические данные;
- фотографии,
- процессуальные (технические) документы и/или их фрагменты и

т.д.

Приложения оформляют как продолжение основного текста на последующих листах или в виде самостоятельного документа.

В основном тексте на все приложения должны быть даны ссылки.

Приложения располагают в последовательности ссылок на них в тексте. Каждое приложение должно начинаться с нового листа (страницы) с указанием в правом верхнем углу страницы слова Приложение и номера.

Приложение должно иметь заголовок, который записывают с прописной буквы отдельной строкой.

4.3 Требования к лингвистическому оформлению курсовой работы

Курсовая работа должна быть написана логически последовательно, литературным языком. Повторное употребление одного и того же слова, если это возможно, допустимо через 50 – 100 слов. Не должны употребляться как сложно построенные предложения, так и очень краткие лаконичные фразы, слабо между собой связанные, допускающие двойные толкования и т. д.

При написании курсовой работы не рекомендуется вести изложение от первого лица единственного числа: «я наблюдал», «я считаю», «по моему мнению» и т. д. Корректнее использовать местоимение «мы».

Допускаются обороты с сохранением первого лица множественного числа, в которых исключается местоимение «мы», то есть фразы строятся с употреблением слов «наблюдаем», «устанавливаем», «имеем». Можно использовать выражения «на наш взгляд», «по нашему мнению», однако предпочтительнее выражать ту же мысль в безличной форме, например:

- на основе выполненного анализа можно утверждать ...;
- проведенные исследования подтвердили...;
- представляется целесообразным отметить;
- установлено, что;
- делается вывод о...;
- следует подчеркнуть, выделить;
- можно сделать вывод о том, что;
- необходимо рассмотреть, изучить, дополнить;
- в работе рассматриваются, анализируются...

При написании курсовой работы необходимо пользоваться языком научного изложения. Здесь могут быть использованы следующие слова и выражения:

■ для указания на последовательность развития мысли и временную соотнесенность:

- прежде всего, сначала, в первую очередь;
- во – первых, во – вторых и т. д.;
- затем, далее, в заключение, итак, наконец;
- до сих пор, ранее, в предыдущих исследованиях, до настоящего

времени;

- в последние годы, десятилетия;

■ для сопоставления и противопоставления:

- однако, в то время как, тем не менее, но, вместе с тем;
- как..., так и...;
- с одной стороны..., с другой стороны, не только..., но и;
- по сравнению, в отличие, в противоположность;

- для указания на следствие, причинность:
 - таким образом, следовательно, итак, в связи с этим;
 - отсюда следует, понятно, ясно;
 - это позволяет сделать вывод, заключение;
 - свидетельствует, говорит, дает возможность;
 - в результате;
- для дополнения и уточнения:
 - помимо этого, кроме того, также и, наряду с..., в частности;
 - главным образом, особенно, именно;
- для иллюстрации сказанного:
 - например, так;
 - проиллюстрируем сказанное следующим примером, приведем пример;
 - подтверждением выше сказанного является;
- для ссылки на предыдущие высказывания, мнения, исследования и т.д.:
 - было установлено, рассмотрено, выявлено, проанализировано;
 - как говорилось, отмечалось, подчеркивалось;
 - аналогичный, подобный, идентичный анализ, результат;
 - по мнению X, как отмечает X, согласно теории X;
- для введения новой информации:
 - рассмотрим следующие случаи, дополнительные примеры;
 - перейдем к рассмотрению, анализу, описанию;
 - остановимся более детально на...;
 - следующим вопросом является...;
 - еще одним важнейшим аспектом изучаемой проблемы является...;
- для выражения логических связей между частями высказывания:
 - как показал анализ, как было сказано выше;
 - на основании полученных данных;

- проведенное исследование позволяет сделать вывод;
- резюмируя сказанное;
- дальнейшие перспективы исследования связаны с....

Письменная речь требует использования в тексте большого числа развернутых предложений, включающих придаточные предложения, причастные и деепричастные обороты. В связи с этим часто употребляются составные подчинительные союзы и клише:

- поскольку, благодаря тому, что, в соответствии с...;
- в связи, в результате;
- при условии, что, несмотря на...;
- наряду с..., в течение, в ходе, по мере.

Необходимо определить основные понятия по теме исследования, чтобы использование их в тексте курсовой работы/проекта было однозначным. Это означает: то или иное понятие, которое разными учеными может трактоваться по-разному, должно во всем тексте данной работы от начала до конца иметь лишь одно, четко определенное автором курсовой работы значение.

В курсовой работе/проекте должно быть соблюдено единство стиля изложения, обеспечена орфографическая, синтаксическая и стилистическая грамотность в соответствии с нормами современного русского языка.

5 ПРОЦЕДУРА ПРОВЕРКИ И ЗАЩИТЫ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Выполненная курсовая работа/проект сдается руководителю на проверку.

Проверку, составление письменного отзыва и прием курсовой работы (проекта) осуществляет преподаватель дисциплины вне расписания учебных занятий.

Перед сдачей работы Вы должны проверить соблюдение всех необходимых требований по ее содержанию и оформлению. Несоблюдение

требований может повлиять на оценку или курсовая работа/проект может быть возвращена для доработки, а также повторного выполнения.

Руководитель работы/проекта может предусмотреть досрочную защиту курсовой работы/проекта.

Курсовая работа/проект, выполненная с соблюдением рекомендуемых требований, оценивается и допускается к защите. Защита производится до начала экзамена по дисциплине и/или профессионального модуля.

Процедура защиты курсовой работы/проекта включает:

- выступление студента по теме и результатам работы (8-10 мин),
- ответы на вопросы преподавателя.

Работа оценивается дифференцированно с учетом качества ее выполнения, содержательности Вашего выступления и ответов на вопросы во время защиты.

К защите курсовой работы/проекта предъявляются следующие требования:

1. Глубокая теоретическая проработка исследуемых проблем на основе анализа экономической литературы.
2. Умелая систематизация цифровых данных в виде таблиц и графиков с необходимым анализом, обобщением и выявлением тенденций развития исследуемых явлений и процессов.
3. Критический подход к изучаемым фактическим материалам с целью поиска направлений совершенствования деятельности.
4. Аргументированность выводов, обоснованность предложений и рекомендаций.
5. Логически последовательное и самостоятельное изложение материала.
6. Оформление материала в соответствии с установленными требованиями.
7. Обязательное наличие отзыва руководителя на курсовую работу/проект.

Для выступления на защите необходимо заранее подготовить тезисы доклада и иллюстративный материал.

При составлении тезисов необходимо учитывать ориентировочное время доклада на защите, которое составляет 8-10 минут. Доклад целесообразно строить не путем изложения содержания работы по главам, а по задачам, то есть, раскрывая логику получения значимых результатов. В докладе обязательно должно присутствовать обращение к иллюстративному материалу, который будет использоваться в ходе защиты работы. Объем доклада должен составлять 7-8 страниц текста в формате Word, размер шрифта 14, полуторный интервал. Рекомендуемые структура, объем и время доклада приведены в таблице 1.

Таблица 1 Структура, объем и время доклада

№	Структура доклада	Объем	Время
1.	Представление темы работы.	До 1,5 страниц	До 2 минут
2.	Актуальность темы.		
3.	Цель работы.		
4.	Постановка задачи, результаты ее решения и сделанные выводы (по каждой из задач, которые были поставлены для достижения цели курсовой работы).	До 6 страниц	До 7 минут
5.	Перспективы и направления дальнейшего исследования данной темы.	До 0,5 страницы	До 1 минуты

Курсовой работа оценивается по пятибалльной системе. Оценка курсового проекта (работы) складывается из:

- письменного отзыва по результатам проверки руководителем курсовой работы ;
- оценки защиты студентом курсового курсовой работы

Оценка «отлично» выставляется по результатам защиты курсового проекта (работы) при:

- соответствии содержания курсовой работы заявленной теме;
- глубоком и полном раскрытии вопросов теоретической и практической части курсовой работы
- отсутствии ошибок, неточностей, несоответствий в изложении теоретических и практических разделов;
- глубоком и полном анализе результатов курсового проекта курсовой работы постановке верных выводов, указании их практического применения;
- высоком качестве оформления курсовой работы;
- представлении курсовой работы в указанные руководителями сроки;
- уверенной защите курсовой работы.

Оценка «хорошо» выставляется по результатам защиты курсовой работы при:

- соответствии содержания курсового проекта (работы) заявленной теме;
- наличии небольших неточностей в изложении теоретического или практического разделов курсовой работы, исправленных самим студентом в ходе защиты;
- глубоком и полном анализе результатов курсовой работы, постановке верных выводов, указании их практического применения;
- представлении курсовой работы в указанные руководителями сроки.
- обнаружение ошибок и неточностей в ходе защиты курсовой работы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется при защите курсовой при:

- соответствии содержания курсовой работы заявленной теме;
- недостаточно полном раскрытии вопросов теоретической или практической части курсовой работы

- наличии ошибок и неточностей в изложении теоретического или практического разделов курсовой работы исправленных самим студентом в ходе защиты;

- недостаточно глубоком и полном анализе результатов курсового проекта (работы);

- небрежном оформлении курсовой работы

- представлении курсовой работы в поздние сроки;

- обнаружении ошибок и неточностей в ходе защиты курсовой работы

На оценку «неудовлетворительно» может быть оценен курсовой работы при:

несоответствии содержания курсового проекта (работы) заявленной теме;

нераскрытии вопросов теоретической или практической части курсовой работы

- наличии грубых ошибок в изложении теоретического или практического разделов курсовой работы

- отсутствии анализа результатов курсовой работы

- низком качестве оформления курсовой работы

- представлении курсовой работы в поздние сроки;

- обнаружении грубых ошибок в ходе защиты курсовой работы

Положительная оценка по дисциплине, по которой выполнен курсовая работа выставляется только при условии её успешной сдачи на оценку не ниже «удовлетворительно».

Студентам, получившим неудовлетворительную оценку по курсовой работе, предоставляется право выбора новой темы курсового работы или, по решению преподавателя, доработки прежней темы с определением нового срока для ее выполнения.

Департамент образования и науки Тюменской области

Государственное автономное профессиональное
образовательное учреждение Тюменской области
«Тюменский колледж производственных и социальных технологий»

КУРСОВАЯ РАБОТА

по дисциплине (междисциплинарному курсу): ОП.05 Процессы и аппараты

на тему: _____

(тема в соответствии с приказом об утверждении тем курсовых работ(проектов))

специальность: 35.02.04 Технология комплексной переработки древесины

Работу выполнил:
обучающийся _____ группы

ФИО

подпись

Руководитель

ФИО

подпись

Оценка «_____»

Дата _____

Тюмень, 20__

Исходные данные для расчета многокорпусной выпарной установки

Рассчитать принцип действия многокорпусной выпарной установки непрерывного действия (МВУ).

№ варианта	Выпариваемый продукт	Производительность по выпаренной воде, W (кг/ч)	Начальная концентрация сухих веществ, СВ_н (%)	Конечная концентрация сухих веществ СВ_к ,(%)	Давление греющего пара, р _п (МПа)	Внутренний диаметр трубки, d _в (мм)	Толщина стенки тру б , (мм)	Высота трубки , Н (м)	Получаемый продукт	Число часов работы аппаратов в сутки, Θ (ч)	Температура вторичного пара в 3-ем корпусе, t°C	Коэффициенты теплопередачи по корпусам МВУ, Вт/м²град		
		K₁	K₂	K₃										
1	Древесная масса	2000	25	75	0,06	32	2,5	3,5	Метиловый спирт	7	60	1700	1200	800

	(растворенна я в кислоте)													
2	Древесная масса (растворенна я в кислоте)	195 0	24	72	0,049	20	2,5	2,0	Дубильны е вещества	7	55	1550	1000	600
3	Древесная масса (растворенна я в кислоте)	190 0	12	27	0,073	20	2,5	2,0	Экстракти в-ные вещества	7	60	1400	1000	650
4	Древесная масса (растворенна я в кислоте)	180 0	10	35	0,06	30	3,0	3,5	Скипидар	14	55	1800	1300	900
5	Древесная масса (растворенна я в кислоте)	185 0	26	74	0,049	35	3,5	3,5	Эфирные масла	7	55	1700	1200	800
6	Древесная масса (растворенна я в кислоте)	175 0	14	28	0,073	25	2,5	2,5	Уксусная кислота	14	60	1550	1000	600
7	Древесная масса (растворенна я в кислоте)	170 0	22	73	0,06	22	2,0	2,0	Метиловы й спирт	7	55	1400	1000	650
8	Древесная масса	165 0	25	75	0,049	30	3,0	3,0	Дубильны е вещества	7	60	1800	1300	900

	(растворенна я в кислоте)													
9	Древесная масса (растворенна я в кислоте)	160 0	24	72	0,073	25	2,5	2,5	Экстракти в-ные вещества	7	55	1700	1200	800
1 0	Древесная масса (растворенна я в кислоте)	155 0	15	30	0,06	35	3,5	3,5	Скипидар	7	60	1550	1000	600
1 1	Древесная масса (растворенна я в кислоте)	150 0	12	27	0,049	22	2,5	2,2	Эфирные масла	14	55	1400	1000	650
1 2	Древесная масса (растворенна я в кислоте)	140 0	10	35	0,073	30	3,0	3,0	Уксусная кислота	7	55	1800	1300	900
1 3	Древесная масса (растворенна я в кислоте)	165 0	13	29	0,06	35	3,5	3,5	Метиловы й спирт	14	60	1700	1200	800
1 4	Древесная масса (растворенна я в кислоте)	145 0	25	75	0,049	30	3,0	3,0	Дубильны е вещества	7	55	1550	1000	600
1 5	Древесная масса	130 0	25	75	0,073	35	3,5	3,5	Экстракти в-	7	60	1400	1000	650

	(растворенная в кислоте)								ные вещества					
1 6	Древесная масса (растворенная в кислоте)	650	6	22	0,06	25	2,5	2,5	Скипидар	7	55	1800	1300	900
1 7	Древесная масса (растворенная в кислоте)	120 0	10	35	0,049	22	2,2	2,2	Эфирные масла	7	60	1700	1200	800
1 8	Древесная масса (растворенная в кислоте)	750	8	32	0,073	30	3,0	3,0	Уксусная кислота	14	55	1550	1000	600
1 9	Древесная масса (растворенная в кислоте)	110 0	26	78	0,06	25	2,5	2,5	Метиловый спирт	7	55	1400	1000	650
2 0	Древесная масса (растворенная в кислоте)	115 0	14	28	0,049	35	3,5	3,5	Дубильные вещества	14	60	1800	1300	900
2 1	Древесная масса (растворенная в кислоте)	110 0	22	73	0,073	22	2,5	2,5	Экстрактивные вещества	7	55	1700	1200	800
2 2	Древесная масса	100 0	25	75	0,06	30	3,0	3,0	Скипидар	7	60	1550	1000	600

	(растворенна я в кислоте)													
2 3	Древесная масса (растворенна я в кислоте)	950	12	27	0,049	35	3,5	3,5	Эфирные масла	7	55	1400	1000	650
2 4	Древесная масса (растворенна я в кислоте)	900	15	30	0,073	25	2,5	2,5	Уксусная кислота	7	60	1800	1300	900
2 5	Древесная масса (растворенна я в кислоте)	800	10	35	0,06	20	2,0	2,0	Метиловы й спирт	14	55	1350	950	600

1. Материальный расчёт

1.1. Определяем массовый расход поступающего S_n , кг/ч

$$W = S_n \cdot \left(1 - \frac{CB_n}{CB_k} \right),$$

откуда

$$S_n = \frac{W}{1 - \frac{CB_n}{CB_k}}$$

1.2. Производительность выпарной установки S_k , кг/ч

$$S_k = S_n - W$$

1.3. Определяем величину S_k (кг/ч) из баланса по сухим веществам с целью проверки

$$S_n \cdot CB_n = S_k \cdot CB_k,$$

откуда

$$S_k = S_n \cdot (CB_n / CB_k)$$

2. Тепловой расчет

2.1. Определяем полную разность температур выпаривания (Δt_0)

$$\Delta t_0 = t_n - t_{вт3}$$

где t_n – температура греющего пара, определяемая по заданному давлению (p_n)
В таблице свойств насыщенного пара находим при t_n (°C) энтальпии пара i'' (кДж/кг), конденсата i' (кДж/кг), плотность пара ρ (кг/м³), теплота парообразования r (кДж/кг).

2.2. Рассчитываем полную полезную разность температур выпаривания (Δt), °C

$$\Delta t = \Delta t_0 - \sum \Delta t_{пот}$$

2.3. Принимаем следующее соотношение массовых количеств выпариваемой воды по корпусам на основании технологии выпаривания данного жидкого продукта:

$$W_1: W_2: W_3 = 1: 0,70:0,75$$

2.4. Определяем массовые расходы воды (вторичного пара), выпариваемые в корпусах (аппаратах) МВУ. W_1 (кг/с); W_2 (кг/с); W_3 , кг/с

В 1-ом корпусе:

$$W_1 = \frac{W \cdot 1,0}{1+x+y}$$

Во 2-ом корпусе:

$$W_2 = \frac{W \cdot x}{1+x+y}$$

В 3-ем корпусе:

$$W_3 = \frac{W \cdot y}{1+x+y}$$

2.5. Рассчитываем массовые концентрации в растворе по корпусам установки. Концентрация на выходе из 1-ого корпуса:

$$CB_1 = \frac{S_H \cdot CB_H}{S_H - W_1}, \%$$

где $S_H - W_1 = S_1$ – массовый расход продукта, поступающего из первого во второй корпус МВУ.

Концентрация на выходе из 2-ого корпуса:

$$CB_2 = \frac{S_H \cdot CB_H}{S_H - W_1 - W_2}, \%$$

где $S_H - W_1 - W_2 = S_2$ – массовый расход продукта, поступающего из второго в третий корпус МВУ.

Концентрация на выходе из 3-его корпуса:

$$CB_3 = \frac{S_H \cdot CB_H}{S_H - W_1 - W_2 - W_3}, \%$$

где $S_H - W_1 - W_2 - W_3 = S_3 = S_K$ – массовый расход продукта, поступающего из третьего корпуса МВУ (производительность МВУ по готовому продукту).

2.6. Распределяем перепад давлений по корпусам МВУ.

Разность между давлением греющего пара и давлением вторичного пара (давлением в барометрическом конденсаторе):

Давление вторичного пара определяем по его температуре $t_{вт}$ Давление греющего пара p_p .

$$\Delta p = p_p - p_{вт}, \text{ МПа}$$

Предварительно распределим перепад давлений (Δp) поровну между корпусами, то есть на каждый корпус примем:

$$\Delta p_i = \Delta p / 3, \text{ МПа}$$

Тогда абсолютные давления по корпусам определятся:

В 1-ом корпусе: $p_1 = p_{вт.}, \text{ МПа}$

Во 2-ом корпусе: $p_2 = p_{вт} + \Delta p_i, \text{ МПа}$

В 3-ем корпусе: $p_3 = p_2 + \Delta p_i, \text{ МПа}$

2.7. При заданных коэффициентах теплопередачи их соотношение будет

$$K_1: K_2: K_3 = 1: (K_2 / K_1): (K_3 / K_2)$$

2.8. Принимаем соотношение количеств теплоты, передаваемые через поверхности теплопередачи корпусов:

$$Q_1: Q_2: Q_3 = 1: c:d: f=1:0,59:0,67.$$

2.9. Предварительно принимаем соотношения площадей корпусов, принятые в технологии:

$$F_1: F_2: F_3 = 1: a:b: e=1:0,42:0,85.$$

2.10. Определяем параметр А, характеризующий удельный перепад температур, при условии получения корпусов с равными поверхностями теплопередачи.

$$A = Q_1 / K_1 + Q_2 / K_2 a + Q_3 / K_3 b$$

2.11. Рассчитываем полезные разности температур по корпусам.

В 1-ом корпусе:

$$\Delta t_1 = \Delta t \cdot \frac{\frac{Q_1}{K_1}}{A}$$

$$\Delta t_1 = (^\circ\text{C})$$

Во 2-ом корпусе:

$$\Delta t_2 = \Delta t \cdot \frac{\frac{Q_2}{K_2 \cdot a}}{A}$$

$$\Delta t_2 = (^\circ\text{C})$$

В 3-ем корпусе:

$$\Delta t_3 = \Delta t \cdot \frac{\frac{Q_3}{K_3 \cdot b}}{A}$$

$$\Delta t_3 = (^\circ\text{C})$$

Проверяем сумму Δt ($^\circ\text{C}$):

$$\Delta t = \Delta t_1 + \Delta t_2 + \Delta t_3$$

2.12. Рассчитываем температуры по корпусам, $^\circ\text{C}$

1-ый корпус:

$$t_{k1} = t_{п1} - \Delta t_1$$

2-ой корпус:

$$t_{п2} = t_{k1} - \Delta_1 - 0,5$$

$$t_{k2} = t_{п2} - \Delta t_2$$

3-ий корпус:

$$t_{п3} = t_{k2} - \Delta_2 - 0,5$$

$$t_{k3} = t_{п3} - \Delta t_3$$

2.13. Рассчитываем тепловые нагрузки по корпусам, кВт

В 1-ом корпусе:

$$Q_1' = W_1 \cdot r_1$$

Но с учётом неизбежных тепловых потерь потребуется большая тепловая нагрузка, равная:

$$Q_1 = 1,05 \cdot Q_1'$$

Во 2-ом корпусе:

$$Q_2' = W_2 \cdot r_2 - S_1 \cdot c_1 \cdot (t_1 - t_2)$$

где c_1 – теплоёмкость, выходящего из 1-ого корпуса, Дж/кг·град.

С учётом тепловых потерь, кВт

$$Q_2 = Q_2' / 1,05$$

В 3-ем корпусе:

$$Q_3' = W_3 \cdot r_3 - S_2 \cdot c_2 \cdot (t_2 - t_3)$$

$$c_2 = 1 - 0,0055 \cdot CB_1$$

2.14. Расход греющего пара в 1-ом корпусе D , кг/с:

$$D = \frac{Q_1}{i'' - i'}$$

2.15. Удельный расход греющего пара в 1-ом корпусе d_1 , кг/с:

$$d_1 = \frac{D_1}{W_1}$$

2.16. Удельный расход греющего пара в 1-ом корпусе, кг/кг

$$d_1 = D_1 / W_1 + W_2 + W_3 + W_4$$

2.17. Рассчитываем площади теплопередачи корпусов МВУ, м²
1-ый корпус.

$$F_1 = \frac{Q_1}{K_1 \cdot \Delta t_1}$$

2-ой корпус.

$$F_2 = \frac{Q_2}{K_2 \cdot \Delta t_2}$$

3-ий корпус.

$$F_3 = \frac{Q_3}{K_3 \cdot \Delta t_3}$$

Конструктивный расчёт выполняем только для одного корпуса (для 1-ого)

3. Конструктивный расчёт.

3.1. Определяем общее число кипяtilьных трубок в аппарате (n_0)

$$n_0 = \frac{F}{\pi \cdot d \cdot H}$$

3.2. Шаг размещения кипяtilьных трубок (t), мм

$$t = (1,3 - 1,5) \cdot H$$

3.3 Площадь, занятая трубками на трубной решётке (F_T), m^2

$$F_T = \frac{0,866 \cdot t^2 \cdot n}{\psi}$$

где $\psi = 0,7 - 0,9$ – коэффициент использования трубной решётки.

3.4. Диаметр центральной циркуляционной трубы ($d_{ц}$)

$$d_{ц} = d \cdot \sqrt{(0,3 - 0,6) \cdot n}, (m)$$

3.5. Площадь центральной циркуляционной трубы ($F_{ц}$), m^2

$$F_{ц} = 0,785 \cdot (d_{ц} + 2t)^2$$

3.6. Площадь трубной решётки ($F_{тр}$), m^2

$$F_{\text{тр}} = F_{\text{т}} + F_{\text{ц}}$$

3.7. Определяем диаметр корпуса ($D_{\text{корп}}$), мм

$$D_{\text{корп}} = \sqrt{\frac{4}{\pi}} \cdot \sqrt{F_{\text{тр}}}$$

3.8. Минимальная толщина трубной решётки, обеспечивающая плотное и прочное скрепление с кипяtilьными трубками и корпусом аппарата (δ_{min}), мм.

$$\delta_{\text{min}} = (d_{\text{н}} / 8) + 5$$

3.9. Из таблицы выбираем значение допустимого напряжения парового пространства выпарного аппарата (паросепаратора) в диапазоне $A = 0,067 - 0,107 \text{ кг} / \text{м}^3 \cdot \text{с}$.

3.10. Объём парового пространства определяют, исходя из условия обеспечения достаточно полного отделения вторичного пара от капелек кипящей жидкости. Чем слабее пенообразование, тем меньше высота парового пространства. С повышением скорости движения пара увеличивается подъёмная сила и унос жидкости. Когда скорость пара больше скорости витания капли, последняя поднимается и уносится паром при любой высоте парового пространства. При достаточной высоте парового пространства капли не достигают верха и падают на поверхность испарения. Степень уноса, главным образом, зависит от допустимого массового напряжения или объёмного напряжения парового пространства.

Температура кипения жидкого продукта; $t_{\text{к}}, ^\circ\text{C}$	75	70	65	60	55
Массовое напряжение парового пространства; $A, \text{кг}/\text{м}^3 \cdot \text{с}$	0,107	0,088	0,072	0,058	0,046

Определяем объём парового пространства ($V_{\text{пп}}$), м^3

$$V_{\text{пп}} = \frac{W}{A}$$

3.11. Рассчитываем диаметр парового пространства ($D_{\text{пп}}$), м

$$D_{\text{пп}} = \kappa_{\text{п}} \cdot D$$

3.12. Высота парового пространства ($H_{\text{пп}}$), м

$$H_{nn} = \frac{4 \cdot V_{nn}}{\pi \cdot D_{nn}^2}$$

3.13. Высота конического днища ($H_{\text{кон}}$), м

$$H_{\text{кон}} = H / 2,5$$

3.14. Полная высота выпарного аппарата ($H_{\text{ВА}}$), м

$$H_{\text{ВА}} = H + H_{\text{пп}} + H_{\text{кон}}$$

3.15. Рассчитываем диаметры патрубков из уравнения расхода, мм

- для подачи продукта:

$$d_{.m1} = \sqrt{\frac{4 \cdot S_n}{\rho_n \cdot w_n}}$$

- для выхода концентрированного получаемого продукта продукта

$$d_{.m2} = \sqrt{\frac{4 \cdot S_k}{\rho_k \cdot w_k}},$$

$$\rho_k = 1068 \text{ кг/м}^3; w_k = 0,2 \text{ м/с}$$

- для подачи греющего пара:

$$d_{\text{п}} = \sqrt{\frac{4 \cdot D_{\text{п}}}{\rho_{\text{п}} \cdot w_{\text{п}}}},$$

- для выхода конденсата:

$$d_{\text{к}} = \sqrt{\frac{4 \cdot D_{\text{п}}}{\rho_{\text{к}} \cdot w_{\text{к}}}}$$

Принимаем $d_{\text{к}}$ (округленный)

4. Гидравлический расчёт

Целью данного расчёта является расчёт и подбор центробежного насоса для подачи древесной массы в выпарной аппарат и предварительно в пастеризационную установку.

4.1. Рассчитываем потери напора в местных сопротивлениях ($h_{\text{м}}$)

$$h_M = (\Sigma \xi) \cdot \frac{w_H^2}{2g}$$

где $\Sigma \xi$ – сумма коэффициентов местных сопротивлений, количество которых определяется конструктивно и укрупнено, согласно схеме.

$$\Sigma \xi = (10-15) \cdot \xi_{пов}$$

4.2. Рассчитываем потери напора по длине подачи и циркуляции древесной массы (h_ℓ)

$$h_\ell = \lambda_\pi \cdot \frac{L_\pi}{d_\pi} \cdot \frac{w_\pi^2}{2 \cdot g} + \lambda_\psi \cdot \frac{L_\psi}{d_\psi} \cdot \frac{w_\psi^2}{2 \cdot g}$$

где λ_π , λ_ψ – коэффициенты гидравлического трения соответственно в подающем трубопроводе и циркуляционных трубах.

$$Re_n = \frac{w_n \cdot d_n}{\nu_n}$$

Для турбулентного режима: $\lambda_n = \frac{0,3164}{Re^{0,25}}$

$$Re_\psi = \frac{w_\psi \cdot d_\psi}{\nu_\psi}$$

Для ламинарного режима:

$$\lambda_\psi = \frac{64}{Re}$$

Конструктивно принимаем L , м; L_ψ , м.

Тогда потери по длине

$h_{\ell,м}$

4.3. Рассчитываем необходимый напор для работы насоса (Н)

$$H = \Delta z + h_\ell + h_{M,м}$$

4.4. Полезная мощность насоса (N_{Π}), Вт

$$N_{\Pi} = \rho_{\text{ср}} \cdot g \cdot H \cdot V_{\text{с}}$$

где $\rho_{\text{ср}}$ - средняя плотность продукта.

$V_{\text{с}}$ - объёмный расход подаваемого продукта, м³/с

$$V_{\text{с}} = S_{\text{н}} / \rho_{\text{н}}$$

4.5. Полная мощность насоса (N), Вт

$$N = N_{\Pi} / \eta$$

4.6. По справочным данным выбираем центробежный насос, записываем его характеристики

Насос - тип

Подача – л/ч

Напор H – м

Число оборотов рабочего колеса n - об/мин

Мощность электродвигателя $N_{\text{д}}$ - кВт

Допускаемая вакуумметрическая высота, всасывания- $h_{\text{вс}}$, м

5. Изоляционный расчёт

5.1. Критерий Грасгофа

$$Gr = \frac{g \cdot H^3 \cdot \Delta t \cdot \beta}{\nu^2}$$

где β – коэффициент температурного расширения воздуха

$$\beta = \frac{1}{273 + t_{\text{в}}}$$

Δt – средний температурный напор между поверхностью изолированного аппарата и воздухом; $\Delta t = t_2 - t_{\text{в}}$, °C

$\nu = 15,1 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 / \text{с}$ – кинематический коэффициент вязкости воздуха при $t_{\text{в}} = 22^\circ\text{C}$.

По таблице физических свойств воздуха при $t_{\text{в}} = 22^\circ\text{C}$ находим $Pr = 0,722$.

5.2. Если произведение ($Gr \cdot Pr$), то имеет место турбулентный режим движения воздуха. Поэтому используем критериальное уравнение Нуссельта вида

$$Nu = 0,154 \cdot (Gr \cdot Pr)^{0,333}$$

5.3. Коэффициент теплоотдачи конвекцией:

$$\alpha_k = \frac{Nu \cdot \lambda}{H}$$

5.4. Рассчитываем коэффициент теплоотдачи лучеиспусканием ($\alpha_{\text{л}}$) от наружной поверхности выпарного аппарата, $\text{м}^2 \cdot \text{град}$

$$\alpha_{\text{л}} = \epsilon \cdot \beta$$

5.5. Определяем суммарный коэффициент теплоотдачи (α), $\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{град}$

$$\alpha = \alpha_k + \alpha_{\text{л}}$$

5.6. Средняя разность температур греющего пара и воздуха в цехе, $^{\circ}\text{C}$

$$t_{\text{ср}} = t_{\text{п}} - t_{\text{в}}$$

5.7. Удельные потери теплоты в окружающую среду (q), $\text{Вт}/\text{м}^2$

$$q = \alpha_2 \cdot (t_2 - t_{\text{в}})$$

5.8. Коэффициент теплоотдачи от пара к воздуху (K)

$$K = \frac{q}{t_{\text{ср}}}, \text{Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{град}$$

5.9. Рассчитываем толщину слоя изоляции (δ_2), мм

$$\delta_2 = \lambda_2 \cdot \left(\frac{1}{K} - \frac{1}{\alpha_2} - \frac{\delta}{\lambda_3} \right)$$

6. Расчёт теплопотерь.

6.1. Определяем изолированную суммарную боковую поверхность выпарного аппарата ($F_{\text{бок}}$).

$$F_{\text{бок}} = F_{\text{ц}} + F_{\text{пп}} + F_{\text{кон}} = 2 \cdot \pi \cdot D_{\text{н}} \cdot H + 2 \cdot \pi \cdot D_{\text{пп}} \cdot H_{\text{пп}} + 0,5 \cdot \pi \cdot (D_{\text{н}} + d) \cdot \ell$$

где $F_{\text{ц}}$ – боковая поверхность цилиндрической части аппарата;

$F_{\text{пп}}$ – боковая поверхность паросепаратора аппарата;

$F_{\text{кон}}$ – боковая поверхность конической части аппарата;

ℓ – длина образующей конуса.

6.2. Определяем потери теплоты с изолированной поверхности пастеризатора ($Q_{\text{пот}}^{\text{из}}$).

$$Q_{\text{пот}}^{\text{из}} = q \cdot F_{\text{бок}}, \text{Вт}$$

6.3. Коэффициент теплоотдачи от неизолированной поверхности ($\alpha_{\text{н}}$)

6.4. Определяем потери теплоты с неизолированной поверхности пастеризатора ($Q_{\text{пот}}^{\text{н}}$), Вт

$$Q_{\text{пот}}^{\text{н}} = \alpha_{\text{н}} \cdot F_{\text{н}} \cdot (t_2 - t_{\text{в}}) = \alpha_{\text{н}} \cdot \pi/4(D^2 + d^2) \cdot (t_2 - t_{\text{в}})$$

6.5. Суммарные потери теплоты со всей поверхности теплообменника, Вт

$$Q_{\text{пот}} = Q_{\text{пот}}^{\text{из}} + Q_{\text{пот}}^{\text{н}}$$

6.6. Относительные потери теплоты составляют ($Q_{\text{отн}}$), %

$$Q_{\text{отн}} = Q_{\text{пот}} / Q$$

Таким образом, выполняется соотношение $Q_{\text{отн}} < 5\%$

7. Расчёт барометрического конденсатора.

Конденсатор является необходимым элементом оборудования выпарных установок, особенно работающих под вакуумом.

7.1. Составляем уравнение теплового баланса и преобразуем его

$$W \cdot i + G_{\text{в}} \cdot c_{\text{в}} \cdot t_{\text{в1}} = (W + G_{\text{в}}) \cdot c_{\text{в}} \cdot t_{\text{в2}}$$

где $c_{\text{в}}$ – средняя теплоёмкость воды, неизменная в широком диапазоне температур ($t_{\text{в1}} = 10 - 15^\circ\text{C}$, $t_{\text{в2}} = t_{\text{п}} - 3 = 89,3 - 3 = 86,3^\circ\text{C}$) $c_{\text{в}} = 4,19$ кДж/кг·град.

$$W \cdot i + G_{\text{в}} \cdot c_{\text{в}} \cdot t_{\text{в1}} = W \cdot c_{\text{в}} \cdot t_{\text{в2}} + G_{\text{в}} \cdot c_{\text{в}} \cdot t_{\text{в2}}$$

$$W \cdot (i - c_{\text{в}} \cdot t_{\text{в2}}) = G_{\text{в}} \cdot c_{\text{в}} \cdot (t_{\text{в2}} - t_{\text{в1}})$$

7.2. Определяем расход охлаждающей воды ($G_{\text{в}}$)

$$G_{\text{в}} = W \cdot \frac{i - c_{\text{в}} \cdot t_{\text{в2}}}{c_{\text{в}} \cdot (t_{\text{в2}} - t_{\text{в1}})}, \text{кг/с}$$

7.3. Внутренний диаметр конденсатора ($D_{\text{к}}$)

$$D_{\text{к}} = \sqrt{\frac{4 \cdot V_{\text{с}}}{\pi \cdot w_{\text{п}}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot W}{\pi \cdot \rho \cdot w_{\text{п}}}}, \text{м}$$

при $t_{\text{к}} = 63^\circ\text{C}$, $\rho_{\text{п}} = 0,1295 \text{ кг/м}^3$, $w_{\text{п}} = 8 \text{ м/с}$

7.4. Определяем расстояние между каждой парой тарелок (ℓ) в мм.

$$\ell = (D_K / 2) + 50, \text{ мм}$$

Расстояние между тарелками принимаем одинаковыми.

7.5. Определяем число полок (тарелок) (n)

$$n = \frac{\lg \left(\frac{t_n - t_{\theta 1}}{t_n - t_{\theta 2}} \right)}{0,25}$$

Принимаем фактическое число тарелок n

7.6. Определяем диаметр барометрической трубы ($d_{\theta T}$)

$$d_{\theta T} = \sqrt{\frac{4 \cdot (W + G)}{\pi \cdot \rho \cdot w_{\theta}}}, \text{ м}$$

7.7. Определяем высоту водяного столба (H_1), соответствующую данному разрежению p

$$H_1 = 10,33 \cdot \frac{p}{p_{am}}, \text{ м}$$

Принимаем предварительно с учётом конструктивного запаса H_1 , м

7.8. Определяем режим движения воды в трубе.

$V, \text{ м}^2/\text{с}$

$$\text{Re} = \frac{w_{\theta} \cdot d_{\theta T}}{\nu}$$

7.9. Коэффициент гидравлического трения для гладких труб (λ)

$$\lambda = \frac{0,3164}{\text{Re}^{0,25}}$$

7.10. Потери напора в барометрической трубе (H_2)

$$H_2 = \frac{w^2}{2 \cdot g} \cdot \left(2,5 + \lambda \cdot \frac{H_1}{d_{\theta T}} \right), \text{ м}$$

Принимаем конструктивный запас высоты трубы $H_3 = 0,5$ м.

7.11. Определяем полную высоту барометрической трубы ($H_{бт}$)

$$H_{бт} = H_1 + H_2 + H_3, \text{ м}$$

7.12. Диаметр штуцера для воды ($d_в$)

$$d_в = \sqrt{\frac{4 \cdot G}{\pi \cdot \rho \cdot w}}, \text{ м}$$

Принимаем $d_в = 45$ мм

7.13. Диаметр парового штуцера ($d_п$)

$$d_п = \sqrt{\frac{4 \cdot W}{\pi \cdot \rho_n \cdot w_n}}, \text{ м}$$

Принимаем $d_п$, мм

7.14. Количество воздуха, отсасываемого вакуум-насосом из конденсатора, определяем по эмпирической формуле ($G_{возд}$)

$$G_{возд} = 0,001 \cdot [0,025 \cdot (W + G) + 10 \cdot W], \text{ кг/с (кг/ч)}$$

7.15. Температура отсасываемого воздуха ($t_{возд}$)

$$t_{возд} = t_{в1} + 4 + 0,1 \cdot (t_{в2} - t_{в2}), \text{ } ^\circ\text{C}$$

7.16. Абсолютное давление в конденсаторе (p_k)

$$p_k = p_{ат} - p_v, \text{ мм рт.ст.} \cdot 133,3, \text{ Па, кг/м}^2$$

7.17. Парциальное давление пара $p_{парц}$, мм рт.ст. = ____ $\cdot 133,3$, Па, кг/м² при $t_{возд} = 26,1$ °C, находим по справочнику

7.18. Парциальное давление воздуха ($p_{возд}$)

$$p_{возд} = p_k - p_{пар}, \text{ кг/м}^2, \text{ Па.}$$

7.19. Определяем объёмный расход откачиваемого воздуха ($V_ч$)

$$V_v = \frac{29,27 \cdot G_{\text{возд}} \cdot (273 + t_{\text{возд}})}{p_{\text{возд}}}, \text{м}^3 / \text{с}$$

7.20. Диаметр воздушного штуцера ($d_{\text{возд}}$)

$$d_{\text{возд}} = \sqrt{\frac{4 \cdot V_c}{\pi \cdot w_{\text{возд}}}}, \text{м}$$

где $w_{\text{возд}} = 5 - 10$ м/с – скорость откачки воздуха;

Принимаем $d_{\text{возд}}$, мм

7.21. Мощность, потребляемая вакуум-насосом,

$$N = \frac{1}{\eta_{\text{мех}}} \cdot \frac{m}{m-1} \cdot p_{\text{возд}} \cdot V_c \cdot \left[\left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{m}{m-1}} - 1 \right], \text{кВт}$$

где $m = 1,25$ – показатель политропы;

$\eta_{\text{мех}} = 0,75$ – механический КПД вакуум-насоса,

$$p_1 = p_{\text{возд}}; p_2, \text{кГ/см}^2, \text{Па.}$$

8. Экономический расчёт.

Целью расчёта является определение основных затрат на монтаж и эксплуатацию однокорпусной выпарной установки.

8.1. Стоимость производственной площади, занимаемой установкой

$$C_{\text{пл}} = \ell \cdot b \cdot c_{\text{пл}}, \text{руб/год}$$

где ℓ, b – длина и ширина производственной площади, м²;

$c_{\text{пл}}$ – нормативная стоимость 1 м² производственной площади,

$c_{\text{пл}}$, руб/м²

8.2. Стоимость амортизации и ремонта установки

$$C_a = c_a \cdot a \cdot F = \text{руб/год}$$

где c_a – стоимость амортизации и ремонта 1 м^2 площади теплопередачи, c_a , руб / м^2

a – годовая норма амортизации и ремонта аппарата, $a = 0,2$;

F – площадь теплопередачи, м^2 .

8.3. Стоимость электроэнергии годовая

$$C_{\text{эл}} = c_{\text{эл}} \cdot N \cdot \Theta \cdot z_0 = \text{руб/год}$$

$c_{\text{эл}}$ – нормативная стоимость 1 кВт·часа электроэнергии, $c_{\text{эл}}$, руб/кВт·ч

N – установленная суммарная мощность электродвигателей,

Θ – число часов работы установки в сутки, Θ , ч;

z_0 – среднее число рабочих дней в году, z

8.4. Стоимость теплоэнергии годовая

$$C = c_t \cdot Q \cdot \Theta \cdot z_0, \text{руб/год}$$

c_t – стоимость 1 Гкал теплоты, $p_t = \text{руб} / \text{Гкал}$;

Q – тепловая нагрузка выпарного аппарата, кВт.

8.5. Стоимость теплоизоляции, включающая доставку, наложение, обслуживание

$$C_{\text{из}} = c_{\text{из}} \cdot (1 + a_{\text{из}}) \cdot F_{\text{из}} \cdot \delta_2, \text{руб/год}$$

$c_{\text{из}}$ – нормативная удельная стоимость теплоизоляции, $p_{\text{из}} = \text{руб} / \text{м}^3$

$a_{\text{из}}$ – норма амортизации по наложению и обслуживанию теплоизоляции, $a_{\text{из}} = 0,3$.

8.6. Суммарная годовая стоимость эксплуатации и ремонта установки

$$C = C_{\text{пл}} + C_a + C_{\text{эл}} + C_t + C_{\text{из}}, \text{руб/год}$$

Список использованных источников

- 1 Стабников В.Н., Попов В.Д., Редько Ф.А., Лисянский В.Н. Процессы и аппараты пищевых производств. М.: «Пищевая промышленность», 1985 - 349 с
- 2 Павлов К.Ф, П.Г.Романков, А.А.Носков М.:«Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии», 1981 –560с
- 3 Липатов Н.Н. «Процессы и аппараты пищевых производств». М.: «Экономика»,1987- 272 с
- 4 Чубик И.А., Маслов А.И. М.: Справочник теплофизических констант пищевых продуктов. 1972 - с
- 5 Стабников В.Н., Попов В.Д. и др. К.: «Проектирование процессов и аппаратов пищевых производств» ,1984 –156 с
- 6Федоров Н.Е. М.: «Методы расчетов процессов и аппаратов пищевых производств»,1966 –292 с
- 7 Кувшинский . Соболева. М.: «Курсовое проектирование процессов и аппаратов химических производств»»,1981-120с
- 8 Стабников В.Н., Баранцев В.И., Процессы и аппараты пищевых производств. «Пищевая промышленность»,1985- 349 с
- 9 Кук Г.Н. Процессы и аппараты в молочной промышленности ,1973- с
Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты в химической технологии. Госхимиздат, 1969 – 767 с
- 10 Федоров Н.Е. М.: Процессы и аппараты в мясной промышленности,1969-550 с
- 11Еренгалиев А.Е., Масленников С.Л., КакимовА.К. ,Тусипов Н.О. Проектирование процессов и аппаратов пищевых производств, 2008 –180 с.