

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

Институт природных ресурсов
 Направление подготовки «Химическая технология»
 Кафедра технологии органических веществ и полимерных материалов

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Проект узла синтеза формалина

УДК 661.727.001.24

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Д2А	Ядыкина Анна Борисовна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ТОВПМ	Кукурина О.С.	кандидат химических наук		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры менеджмента	Рыжакина Т.Г.	кандидат экономических наук		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности	Раденков Т.А.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Технологии органических веществ и полимерных материалов	Юсубов М.С.	доктор химических наук		

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

Институт природных ресурсов
Направление подготовки (специальность) Химическая технология
Кафедра технологии органических веществ и полимерных материалов

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой

(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
2Д2А	Ядыкиной Анне Борисовне

Тема работы:

Проект узла синтеза метанола

Утверждена приказом директора (дата, номер)

28.01.2016 №410/С

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(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.).

Объектом исследования является узел синтеза формалина, производительность 210 тыс.тонн/год, режим работы непрерывный, сырьем является метанол. Требования к продукту согласно ГОСТ -1625-89.

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов

(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,

*Обзор литературы.
Расчет и аналитика.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.
Социальная ответственность.
Заключение.
Список использованных источников.*

<i>подлежащих разработке; заключение по работе).</i>		
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>		<i>Технологическая схема. Основной аппарат. Сборочные единицы.</i>
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>		
Раздел	Консультант	
Проект узла синтеза метанола	к.х.н. Кукурина О.С.	
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.	к.э.н. Рыжакова Т.Г.	
Социальная ответственность	Раденков Т.А.	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	11.01.2016
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кукурина О.С.	к.х.н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Д2А	Ядыкина А.Б.		

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

Студенту:

Группа 2Д2А		ФИО Ядыкиной Анне Борисовне	
Институт Уровень образования	Природных ресурсов Бакалавриат	Кафедра Направление/специальность	ТОВИМ 18.03.01 «Химическая технология»

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

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

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	<i>Проведение предпроектного анализа. Определение целевого рынка и проведение его сегментирования. Выполнение SWOT-анализа проекта</i>
<i>Определение возможных альтернатив проведения научных исследований</i>	<i>Определение целей и ожиданий, требований проекта. Определение заинтересованных сторон и их ожиданий.</i>
<i>Планирование процесса управления НИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок</i>	<i>Составление календарного плана проекта. Определение бюджета НИ</i>
<i>Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности</i>	<i>Проведение оценки экономической эффективности исследования синтеза формалина</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

<i>Оценка конкурентоспособности технических решений</i>
<i>Матрица SWOT</i>
<i>График проведения и бюджет НИ</i>
<i>Расчёт чистого денежного потока</i>
<i>Расчет инвестиционных показателей НИ</i>
<i>Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ</i>

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Рыжакина Татьяна Гавриловна	К.Э.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Д2А	Ядыкина Анна Борисовна		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
2Д2А	Ядыкиной Анне Борисовне

Институт	ИПР	Кафедра	ТОВПМ
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	18.03.01 «Химическая технология «

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p><i>Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</i></p> <p><i>вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения)</i></p> <p><i>опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы)</i></p> <p><i>негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу)</i></p> <p><i>чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)</i></p>	<p>Производство расположено в Сибири, Томская область. Реактор находится на открытой площадке. Вредные проявления факторов производственной среды: вредные вещества, освещение, шумы, вибрации. Опасные проявления факторов производственной среды: механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы. Негативное воздействие на атмосферу и гидросферу.</p>
<p><i>Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</i></p>	<p>ГОСТ 12.1.007-76 «ССБТ. Вредные вещества.».</p> <p>ГОСТ 12.1.005—88. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.</p> <p>ГОСТ 12.1.003-89. Шум. Общие требования безопасности.</p> <p>ГОСТ 12.1.012-90. Вибрационная безопасность. Общие требования.</p> <p>СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.</p> <p>СанПиН 2.2.4.1191-ГОСТ Р 22.0.01-94. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Основные положения.</p> <p>ГОСТ 12.0.004-90. Организация обучения безопасности труда.</p> <p>ГОСТ 12.1.038–82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.</p>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. <i>Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</i></p> <p><i>физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</i></p> <p><i>действие фактора на организм человека;</i></p> <p><i>приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</i></p> <p><i>предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)</i></p>	<p>Вредные вещества. Формалин, метанол, формальдегид, оксид углерода. Работы с вредными веществами должны проводиться в специально оснащенных помещениях.</p> <p>Освещение. В дневное время в искусственном освещении нет необходимости. В ночное время, а так же в производственных помещениях используются газоразрядные лампы.</p> <p>Шумы. Насосы, холодильник. Применяется акустическая обработка помещений, рациональная планировка предприятий и цехов.</p> <p>Вибрации. Насосы, реактор синтеза, холодильник, абсорбер. Применяется виброизоляция, вибропоглощение, динамическое виброгашение, вибродемпфирование.</p>
<p>2. <i>Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности</i></p>	<p>Механические опасности. Шероховатые поверхности, средства транспорта, сосуды, работающие под давлением. Обеспечение недоступности к опасно действующим частям машин</p>

<p><i>механические опасности (источники, средства защиты); термические опасности (источники, средства защиты); электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)</i></p>	<p>и оборудования, применение защитных приспособлений. Термические опасности. Теплообменное оборудование, реактор синтеза формалина. СИЗ: каски, перчатки, очки, маски. Электробезопасность. Оголенные провода, источники напряжения. Ограждения токоведущих частей, предупреждающие надписи и плакаты. Пожаровзрывобезопасность. Прорыв газов и паров, разлив метанола, формалина, неисправное электрооборудование, применение открытого огня. Защита: асбестовое полотно, водяной пар, огнетушители, вода.</p>
<p><i>3. Охрана окружающей среды: защита селитебной зоны анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</i></p>	<p>Атмосфера. Окись углерода, пары метанола, формалин. Абсорбционные, адсорбционные, каталитические, термические и конденсационные методы. Гидросфера. Сточные воды производства формалина. Для защиты применяется метод биологического окисления в аэротенках с активным илом.</p>
<p><i>4. Защита в чрезвычайных ситуациях: перечень возможных ЧС на объекте; выбор наиболее типичной ЧС; разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий</i></p>	<p>Типичной ЧС является взрыв. Межблочная арматура перекрывается дистанционно или вручную. Работа только на исправном оборудовании с исправными приборами КИП и средствами автоматизации и управления.</p>
<p><i>5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> – обеспечение контроля над соблюдением работниками правил по охране труда; – организация обучения, проверки знаний и инструктажа работников; – уменьшение степени воздействия вредных и опасных производственных факторов; – применение нового безопасного оборудования, технологий и материалов;
<p>Перечень графического материала:</p>	
<p><i>При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)</i></p>	

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры	Раденков Т.А.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Д2А	Ядыкина Анна Борисовна		

Реферат

Пояснительная записка к ВКР содержит 120 страниц, 3 иллюстрации, 30 таблиц, 18 использованных источников, 3 листа графического материала.

Ключевые слова: формалин, производство, серебряный катализатор.

Пояснительная записка содержит такие разделы, как:

- Обзор литературы;
- Расчет и аналитика;
- Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение;
- Социальная ответственность;
- Заключение.

В данной работе был рассчитан реактор синтеза формалина, производительностью 210 тыс.тонн/год. Приведена технологическая схема производства метанола, реактор синтеза метанола, сборочные единицы реактора.

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» был рассчитан бюджет научно-технического исследования.

В разделе «Социальная ответственность» были рассмотрены вредные и опасные факторы, а также влияние производства на окружающую среду.

Abstract

Explanatory note to the WRC contains 120 pages, 3 illustrations, 30 tables, 18 sources used, 3 leaf graphic material.

Tags: formalin, production, silver catalyst.

Explanatory note contains sections such as:

- review of the literature;
- calculation and analysis;
- Financial management, resource efficiency and resource conservation;
- Social Responsibility;
- Conclusion.

In this paper, the synthesis reactor formalin was calculated capacity of 210 thousand tons / year. The technological scheme for methanol production, methanol synthesis reactor, the reactor assembly units.

In the "Financial management, resource efficiency and resource conservation" it was calculated budget scientific and technological research.

In the "Social Responsibility" harmful and dangerous factors were considered, as well as the impact on the environment.

Содержание

ВВЕДЕНИЕ.....	10
1. Обзор литературы.....	11
1.1. Техничко-экономическое обоснование проекта.....	11
1.2 Выбор места размещения предприятия.....	13
1.3 Технологические решения.....	14
1.4 Катализатор и его характеристика.....	14
1.5 Характеристика продуктов.....	15
1.6 Физико-химические основы процесса.....	16
1.7 Выбор и обоснование конструкции основного аппарата.....	17
1.8 Выбор и обоснование технологической схемы производсва.....	18
Заключение.....	20

ВВЕДЕНИЕ

Формальдегид как промышленный продукт стали получать более ста лет назад. В 1859 г известный русский ученый Бутлеров А.М, открыл структуру формальдегида, а в 1868 г немецкий ученый Гофман А.В. предложил промышленный способ его получения, при пропускании смеси паров метилового спирта с воздухом через раскаленную платиновую спираль.

Промышленное освоение производства формалина произошло примерно в 1890 г в Германии, после разработки процесса мягкого каталитического окисления метанола воздухом в условиях обогащенной метанолом смеси. Одной из первых отечественных изданий является книга Орлова Е.А. 1935 г издания, в которой рассмотрено состояние проблемы на тот исторический период времени. Основой способа синтеза формальдегида является окисление метанола кислородом в присутствии металлического катализатора. Данный способ получения формальдегида применяется до настоящего времени, как правило товарный продукт выпускается в виде 37%-ного раствора, получившего название формалин.

1. Обзор литературы

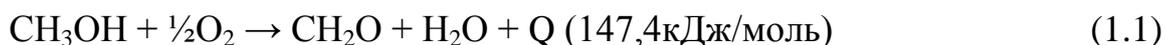
1.1. Техничко-экономическое обоснование проекта

Переработка метанола в формальдегид осуществляется двумя основными каталитическими процессами:

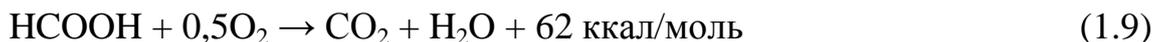
- 1) Окисление метанола воздухом;
- 2) Дегидрированием.

Окисление метанола в формальдегид первоначально осуществлялось на серебряном катализаторе при 650 С и атмосферном давлении. Этим способом в 2004 г получалось около 80% формальдегида. Недавно был разработан процесс с применением Fe-Mo-катализатора при температуре 300 С. В обоих процессах степень превращения составляет 99%.

Процесс окисления протекает по основной реакции:



Кроме основной реакции возможно протекание целого ряда побочных процессов, существенно снижающих выход целевого продукта:



Как видно из рассмотренного выше, процесс окисления метанола в формальдегид, при всей его кажущейся простоте сложен в первую очередь из-за наличия обширного перечня побочных реакций.

Применяемый в качестве сырья метанол очищают от нежелательных

примесей (карбонильные соединения железа, альдегиды, кетони, олефины, эфиры и др.) на стадии ректификации метанола-сырца. По оценкам работы затраты на стадии очистки составляют 15-20% от себестоимости производственного метанола.

Процесс дегидрирования метанола проводится на Zn-Cu-катализаторе при 600 С. Эта технология в настоящее время не используется в больших масштабах, однако считается весьма перспективной, поскольку позволяет получать безводный формальдегид. Дегидрирование метанола возможно также в реакторе с палладием на керамической мембране. Дегидрирование метанола в мембранном реакторе на Cu- или Cu-Pd-катализаторе при 160-260 С приводит к образованию метилформиата.

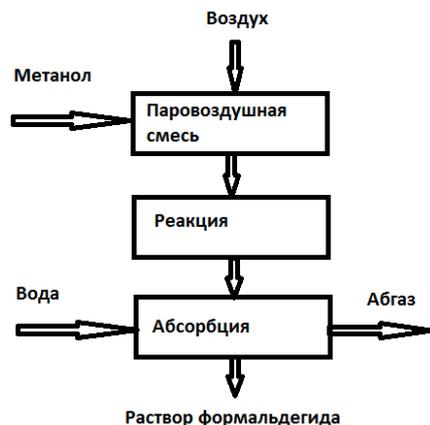
Промышленные схемы производства формальдегида окислением метанола подразделяют на два процесса «серебряный» и «оксидный». В «серебряном» процессе метанол частично окисляется и частично дегидрируется на тонком слое кристаллов серебра. В «оксидном» процессе окисление метанола проводится в трубчатом реакторе с применением оксидного Mo-Fe-катализатора. Основные стадии для обоих процессов одинаковы, реакция проходит в паровой фазе с воздухом в качестве окислителя. Газообразные продукты реакции охлаждаются и абсорбируются водой.

Существующие технологические процессы получения формалина по схемам и аппаратному оформлению довольно близки друг к другу. В основном они различаются по охлаждению продуктов реакции и системам рекуперации тепла реакции, способам получения рабочей смеси и аппаратному оформлению отдельных стадий. По качеству получаемого продукта и удельным расходам сырья и энергии большой разницы между различными схемами нет.

Технологические процессы получения формалина включают три основные стадии:

1. Получение метанольно-воздушной-абгазовой смеси;
2. Каталитическое превращение метанола в формальдегид;
3. Абсорбция формальдегида и непрореагировавшего метанола из

продуктов реакции.



Блок схема 1.1 – технологический процесс.

Основными достоинствами «серебряного» катализатора является:

- отсутствие ограничений по единичной мощности установки;
- простота конструкции используемого реактора;
- низкая энергоемкость и высокая производительность.

Однако есть и ряд недостатков, таких как:

- высокий расходный коэффициент сырья;
- высокая стоимость катализатора;
- наличие в формалине метанола до 10%.

К достоинствам «оксидного» катализатора относятся:

- низкий расходный коэффициент сырья;
- содержание метанола не более 1%.

Недостатки:

- высокий расход энергии и окислителя;
- ограничение мощности установки;
- сложность эксплуатации и ремонта.

При сравнении экономических и производственных затрат был выбран метод производства формальдегида окислительным дегидрированием метанола на серебряном катализаторе.

1.2 Выбор места размещения предприятия

Томская область обладает богатым запасом природных ресурсов таких

как: запас нефти, природного газа, редких металлов, торфа и лесных массивов.

Строительство данного производства было обусловлено следующим:

- востребованностью формалина в промышленности в близлежащих районах Сибири;
- доступное сырье – производство метанола;
- наличие формалинопотребляющего производства;

Потребность производства в горячей воде для отопления, пара и т.д. обеспечена установкой двух водогрейных котлов типа КВГМ - 100 производительностью 100 Гкал/ч каждый.

Обеспечение производства в электроэнергии от ГПП – 1 и ГПП – 2, установленных на территории ТНХК.

Насосная станция 1-го подъема (НС – 1), установленная на берегу реки Томь и насосная станция 2-го подъема (НС – 2), расположенная на территории ВОС ТНХК обеспечивают водоснабжение производства.

1.3 Технологические решения

Для получения формальдегида выбран метод парофазного окисления – дегидрирования метанола кислородом воздуха на серебряном катализаторе, при температуре 650 °С. Непрореагировавший метанол возвращается в процесс. Процесс ведется при давлении 0,76 атм. В жестком режиме предусмотрено разбавление метанола водой в соотношении $\text{CH}_3\text{OH} : \text{H}_2\text{O}$ как 70 : 30.

Процесс проводится в реакторе адиобатического типа, что значительно упрощает его конструкцию и эксплуатацию.

1.4 Катализатор и его характеристика

Применение данного катализатора, а именно серебряной сетки позволит уменьшить численность рабочих отделении (за счет упрощения приготовления катализатора), то есть увеличить производительность труда. Кроме того,

увеличивается эффективный фонд рабочего времени за счет более длительного срока службы катализатора, до двух лет.

1.5 Характеристика продуктов

Выпускаемый продукт - формалин технический.

Бесцветный газ с резким раздражающим запахом, растворимый в воде.

Формула вещества: CH_2O

Молекулярная масса: 30,03

CAS № 50-00-0

EINECS № 200-001-8 (European Inventor of Existing Commercial Chemical Substance №)

RTECS LP 8925000 (номер вещества в реестре «Registry of toxic effect of chemical substances reference»);

Номер государственной регистрации вещества в российском реестре потенциально опасных химических и биологических веществ №

BRN 1209228 (Beilstein Registry number)

Температура плавления $-118\text{ }^{\circ}\text{C}$

Температура кипения $-19,3\text{ }^{\circ}\text{C}$

Плотность жидкости $d_{.80}\ 0,9151$. $d_{20}\ 0,815$

Показатель преломления $n_D^{25}\ 1,3286$

Критическая температура $135\text{ }^{\circ}\text{C}$

Критическое давление 65 атм.; 6,16 МПа

Критическая плотность 286 кг/м^3

Критический объем $105\text{ см}^3/\text{моль}$

Теплота испарения (при $t_{\text{кип}}$) $5,570\text{ ккал/моль}$

Теплота растворения 15 ккал/моль

Теплота сгорания жидкости 19007 кДж/моль

Теплоемкость (при $25\text{ }^{\circ}\text{C}$) $35,425\text{ Дж/моль}$

Технический формалин должен соответствовать требованиям, указанным

в таблицу 1.1

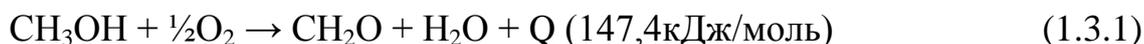
Таблица 2.1 - Нормы требования технического формалина по физико-химическим показателям

Наименование показателя	Норма для марки
	ФМ ГОСТ 1625-89
	Высший сорт ОКП 241731 0120
1. Внешний вид	Бесцветная прозрачная жидкость. Допускается образование белого осадка либо мути, растворимых при температуре не выше 40°C.
2. Массовая доля формальдегида	37,2 + 0,3 %
3. Массовая доля метанола	4 – 8 %
4. Массовая доля кислот (в пересчете на муравьинную кислоту)	не более 0,02 %
5. Массовая доля железа	не более 0,0001 %
6. Массовая доля остатка после прокаливания	не более 0,008 %

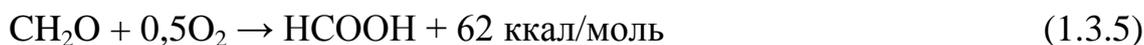
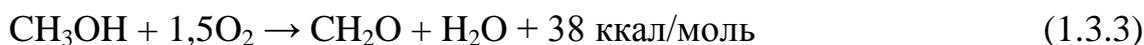
1.6 Физико-химические основы процесса

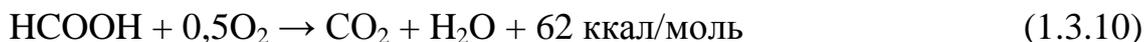
Образование целевого продукта (формальдегида) происходит при взаимодействии спиртовоздушной смеси с катализатором (серебром) при температуре в зоне контактирования 650 °С.

Процесс протекает по основным двум параллельным реакциям:



Комплекс побочных процессов, существенно снижающих выход целевого продукта:





Превращение метанола в формальдегид происходит в результате контакта молекул спирта с кислородом, хемосорбированным на атомах серебра, активными центрами серебряного катализатора являются поверхностные окислы серебра. Процесс экзотермичен, за счет чего поддерживается необходимая температура в зоне контактирования и равновесие реакции дегидрирования смещается вправо.

Побочные реакции снижают выход формальдегида и определяют состав выхлопных газов (абгазов).

1.7 Выбор и обоснование конструкции основного аппарата

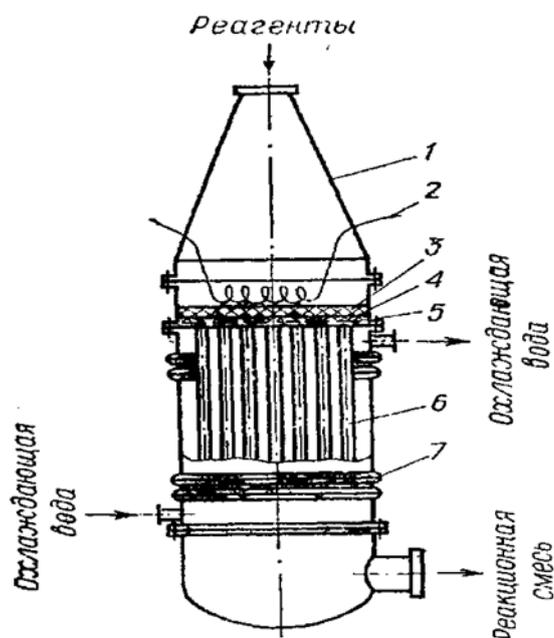


Рисунок – 1.4.1. Контактный аппарат для синтеза формальдегида:

1 – конусная часть, 2 – пусковая электроспираль, 3 – катализатор, 4 – инертная насадка (пемза), 5 – сетка, 6 – трубки, 7 – линзовый компенсатор.

По конструкции выбран вертикальный цилиндрический реактор, разделенный на две отдельные секции: верхнюю, которая является секцией контактирования, и нижнюю, это подконтактный холодильник. В секции контактирования на решетке находится катализатор. В данной секции происходит синтез. Подогрев реакционной массы, при пуске, до необходимой температуры, осуществляется за счет включения электрозапала, две нихромовые спирали, находящиеся на катализаторе. В дальнейшем рост температуры происходит благодаря теплу реакций. Секция контактирования оборудована штуцером для входа спирто-воздушной смеси, а так же люком-лазом (необходимым для загрузки катализатора, и его выгрузки). Спирто-воздушная смесь взрывоопасна, и на этот случай аварийных ситуаций, данная секция оборудована двумя взрывными мембранами. Для контроля температуры непосредственно в слое катализатора расположены два штуцера, для датчиков температуры. Холодильник под реактором является кожухотрубчатый одноходовым теплообменником, в трубном пространстве которого находятся контактные газы, в межтрубном пространстве происходит кипение водного конденсата.

Реактор оборудован шестью штуцерами для подачи конденсата и отвода пара, которые расположены радиально, в нижней и верхней частях межтрубного пространства.

В нижней части теплообменника имеются: люк-лаз (предназначенный для регламентных работ), штуцер для отвода контактных газов и дренажный штуцер. Кроме того, на корпусе теплообменника предусмотрен линзовый компенсатор, предназначенный для компенсации температурных напряжений.

1.8 Выбор и обоснование технологической схемы производства

Мощность производства 210 тыс. тонн в год 37% формалина. Процесс состоит из трех технологических ниток, каждая из которых имеет мощность 70 тыс. тонн в год. Ряд узлов является общим, таких как: подготовка сырья, очистка выбросов, очистка, продувка.

Процесс включает в себя следующие узлы:

- подготовка сырья;
- получения спирто-воздушной смеси;
- синтез;
- абсорбция формалина, получение формалина «сырца»;
- ректификация формалина – «сырца»;
- сбор и переработка некондиционных и дренируемых продуктов;
- факельная установка;
- очистка газовых выбросов;
- тепловыделитель;

Заключение

В данной работе был рассмотрен процесс синтеза формалина. В технико-экономическом обосновании приведен подробный сравнительный анализ выбора способа производства. Часовая производительность реактора по формалину равна 8695,65 кг/ч. Рассчитаны материальный и тепловой балансы. Высота реактора равна 5 м, а его внешний диаметр 2,6. Был проведен механический, гидравлический и расчет и подбор дополнительного оборудования. В технологической схеме предусмотрено автоматическое управление процессом, аналитический контроль сырья и готовой продукции.

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и энергосбережение» были проанализированы конкурентные решения и сделан вывод о том, что выбранное нами научно-техническое исследование является более эффективным решением поставленной в бакалаврской работе технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

В разделе «Социальная ответственность» были рассмотрены вредные и опасные факторы и способы защиты от них. Так же в данном разделе было рассмотрено влияние данного производства на окружающую среду и охрана труда.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Огородников С.К. Формальдегид. – Л: Химия, 1984. – 280 с.
2. Кутепов А.М., Бондарева Т.И., Берегартен М.Г., «Общая химическая технология», 3-е издание, Москва, 2004г.
3. [Электронный ресурс]. - Режим доступа [www. URL: http://rcc.ru/article/vzglyad-v-budushee-44610](http://www.rcc.ru/article/vzglyad-v-budushee-44610)
4. Пантелеева Е., «Евразийский химический рынок», 2005, №7-8, 46-61
5. «The Chemical Journal», (Химический журнал), 2007, №1-2, 21
6. Брагинский О.Б., «Химия и бизнес», 2007, №3-4(83-84), 39-41
7. Biederman P., Grube Th., «Methanol as an Energy Carrier», Schriften des Forschungszentrums Jülich Reihe Energietechnik/Energy Technology, 2006, Band/Volume 55
8. Н.Н. Kung. Catal. Rev.29,235(1980)
9. Тимофеев В.С., Серафимов Л.А., Тимошенко А.В., «Принципы технологии основного органического и нефтехимического синтеза», М., Высшая школа, 2010г.
10. [Электронный ресурс]. - Режим доступа [www. URL: http://chemanalytica.com/book/novyy_spravochnik_khimika_i_tekhnologa/06_syre_i_produkty_promyshlennosti_organicheskikh_i_neorganicheskikh_veshchestv_chast_II/5027](http://chemanalytica.com/book/novyy_spravochnik_khimika_i_tekhnologa/06_syre_i_produkty_promyshlennosti_organicheskikh_i_neorganicheskikh_veshchestv_chast_II/5027)
11. Гутник С.П. Расчеты по технологии органического синтеза: учебное пособие / С. П. Гутник, В. Е. Сосонко, В. Д. Гутман. — Москва: Химия, 1988.
12. Лашинский А.А. Основы конструирования и расчета химической аппаратуры : справочник / А. А. Лашинский, А. Р. Толчинский. — 3-е изд., стер. — Москва: Альянс, 2008.
13. Павлов К.Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии : учебное пособие для вузов / К. Ф. Павлов, П. Г. Романков, А. А. Носков. — 10-е изд., перераб. и доп.. —репринтное издание. — Москва: Альянс, 2013.

14. Видяев И.Г., Серикова Г.Н., Гаврикова Н.А., Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: методическое пособие/ - Издательство Томского политехнического университета, 2014 г.
15. ГОСТ 12.1.005—88. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны [Текст]. - введ. 01.01.1989.- М.: Стандартинформ, 2008. – 49 с.
16. СанПиН 2.2.4.584-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. Санитарные правила и нормы.
17. ГОСТ 12.1.007. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.
18. ГОСТ 12.1.003-89. Шум. Общие требования безопасности.