

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

Институт Электронного обучения

Направление подготовки Химическая технология

Кафедра Технологии органических веществ и полимерных материалов

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Проект узла синтеза этилацетата

УДК 661.741.1

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Д12	Томашевский Максим Александрович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Мананкова А. А.	к.х.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сечина А.А.	к.х.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Гусельников М.Э.	к.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Томск – 2016 г

АНКЕТА

оценка достижения целей ООП выпускниками

Направление ООП: 18.03.01 Химическая технология

Профиль: Химическая технология органических веществ и полимерных материалов

Год приема/год выпуска 2011/2016

Формулировка результата	
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P1	Применять базовые и специальные, математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания в профессиональной деятельности
P2	Применять знания в области современных химических технологий для решения производственных задач
P3	Ставить и решать задачи производственного анализа, связанные с созданием и переработкой материалов с использованием моделирования объектов и процессов химической технологии
P4	Разрабатывать <i>новые</i> технологические процессы, проектировать и использовать новое оборудование химической технологии, <i>проектировать объекты химической технологии в контексте предприятия, общества и окружающей среды</i>
P5	Проводить теоретические и экспериментальные исследования в области современных химических технологий
P6	Внедрять, эксплуатировать и обслуживать современное высокотехнологичное оборудование, обеспечивать его высокую эффективность, <i>выводить на рынок новые материалы</i> , соблюдать правила охраны здоровья и безопасности труда на химико-технологическом производстве, выполнять требования по защите окружающей среды.
<i>Общекультурные компетенции</i>	
P7	Демонстрировать знания социальных, этических и культурных аспектов профессиональной деятельности.
P8	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности.
P9	<i>Активно</i> владеть <i>иностраннным</i> языком на уровне, позволяющем разрабатывать документацию, презентовать результаты профессиональной деятельности.
P10	Эффективно работать индивидуально и в коллективе, <i>демонстрировать лидерство в инженерной деятельности и инженерном предпринимательстве</i> , ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации.

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

Институт электронного обучения

Направление Химическая технология

Кафедра Технологии органических веществ и полимерных материалов

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

Юсубов

М.С.

« ____ » _____ 20 ____ г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
3-2Д12	Томашевский Максим Александрович

Тема работы:

Проект узла синтеза этилацетата	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы	
---	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	1. Производительность тонн в год – 63000 2. Состав сырья – этанол технический, уксусная кислота, серная кислота 3. Продукт – товарный этилацетат марки А, высший сорт 4. Продолжительность процесса – непрерывный 5. Годовой фонд рабочего времени – 8400ч
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	1. Литературный обзор. 2. Объекты и методы проектирования. 3. Расчеты. 4. Результаты разработки. 5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность, ресурсосбережение. 6. Социальная ответственность.
Перечень графического материала	1. Технологическая схема. 2. Реактор. Вид общий. 4. Реактор. Сборочные единицы.

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Сечина А.А.
Социальная ответственность	Гусельников М.Э.

Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	12.04.2016
--	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Мананкова А.А.	к.х.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Д12	Томашевский Максим Александрович		

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-2Д12	Томашевский Максим Александрович

Институт	ИнЭО	Кафедра	ХТОВ и ПМ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Химическая технология

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсо-эффективность 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, статистических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Анализ эффективности действующего производства	1.1. Рассчитать себестоимость готовой продукции по действующему производству. 1.2. Определить цену готовой продукции. 1.3. Провести анализ безубыточности 1.4. Определить технико-экономические показатели.
2. Повышение эффективности производства (управление себестоимостью)	2.1. Определить оптимальный путь снижения себестоимости - наращивание объемов производства («эффект масштаба»); 2.2. Рассчитать себестоимость готовой продукции в проектном году 2.3. Определить цену готовой продукции в проектном году 2.4. Провести анализ безубыточности по производству в проектном году 2.5.. Определить технико-экономические показатели.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Графики безубыточности.
2. Техничко-экономические показатели

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	12.04.2016
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сечина А.А.	Доцент, к.х.н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Д12	Томашевский Максим Александрович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-2Д12	Томашевский Максим Александрович

Институт	ИнЭО	Кафедра	ХТОС
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Химическая технология

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования и области его применения	Объект исследования – рабочая зона персонала, обслуживающего проектируемый узел синтеза этилацетата
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Производственная безопасность	1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды - Микроклимат - Шум и вибрация - Вредные вещества 2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды - Механические - Термические - Электробезопасность - Пожаровзрывобезопасность
2. Экологическая безопасность	- Защита селитебной зоны; - Анализ воздействия объекта на атмосферу; - Анализ воздействия объекта на литосферу;
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	- Определение поражающих факторов вероятных чрезвычайных ситуаций
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	- Специальные правовые нормы трудового законодательства;

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	12.04.16-15.06.16
--	-------------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Гусельников М. Э.	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Д12	Томашевский Максим Александрович		

Реферат

Дипломная работа содержит 84 листа, 28 таблиц, 10 рисунков, 3 листа графического материала.

Основной задачей в данной работе является проектирование узла синтеза этилацетата производительностью 63000 тонн товарного продукта в год.

Цель работы – обосновать выбор технологической схемы производства, произвести материальные, тепловые и технологические расчеты оборудования и аппаратов производства, дать описание характеристик исходных реагентов, товарных и побочных продуктов. Описать выбранную технологическую схему, подобрать контрольно-измерительные приборы. Также целью работы является расчет финансово - экономической целесообразности проекта и социальная ответственность. Необходимо охарактеризовать производство на предмет потенциальной опасности для жизни и здоровья людей, и возможного нанесения ущерба экологии.

Оглавление

Введение.....	8
1 Теоретическая часть	9
1.1 Техничко-экономическое обоснование проекта.....	9
1.2 Характеристика производимой продукции и исходного сырья. 12	
1.2.1 Физические свойства	12
1.2.2 Применение	12
1.2.3 Требования к сырью и производимой продукции.....	13
1.3 Физико-химические основы процесса	14
1.3.1 Термодинамика реакций	14
1.3.2 Механизм и кинетика реакций	15
1.4 Выбор и обоснование технологической схемы производства ...	17
1.5 Описание технологического процесса и схемы.....	21
1.5 Контроль производства	24
1.5.1 Аналитический контроль	24
1.5.2 Автоматический контроль производства	25
2 Финансовый менеджмент	26
2.1 Анализ эффективности производства.....	26
2.2 Расчет себестоимости готовой продукции.....	28
2.2.1 Расчет годового фонда заработной платы	28
2.2.2 Расчет затрат на производство продукции	33
2.3 Определение цены готовой продукции	37
2.4 Анализ безубыточности	37
2.5 Определение технико-экономических показателей	38
2.6 Заключение об экономической эффективности	39

Введение

Этилацетат (этиловый эфир уксусной кислоты), как и многие другие органические растворители, с каждым годом приобретает все большее и большее значение для различных отраслей промышленности. Это связано с постоянно растущим спросом на лакокрасочные материалы, а также с ростом потребления растворителей иными отраслями народного хозяйства. Благодаря ряду преимуществ этилацетат все чаще приходит на смену ацетону и некоторым другим продуктам химической промышленности.

На сегодняшний момент Российские предприятия не способны полностью обеспечить спрос на этилацетат в стране, поэтому он поставляется также из-за рубежа. По этой причине в данном проекте рассматривается вопрос о целесообразности создания нового предприятия по производству этилацетата в России.

Существуют различные способы промышленного синтеза сложных эфиров, в частности этилацетата, однако по ряду причин наиболее часто применяется метод прямой этерификации с кислотным катализатором.

Данный дипломный проект посвящен проектированию узла синтеза этилацетата.

1 Теоретическая часть

1.1 Техничко-экономическое обоснование проекта

Производство органических растворителей для красок и лаков в России налажено не хуже, чем в других развитых странах. Поэтому подавляющее большинство предложений на рынке составляет продукция больших и малых отечественных предприятий. Технология производства растворителей отточена до мелочей, что позволяет получать продукт высокого качества. Одной из причин появления в последние годы большого количества компаний по производству органических растворителей является нефтяной статус нашей страны. Большинство растворителей для лакокрасочной продукции изготавливаются из ископаемых углеводородов, являясь при этом в большей мере побочными продуктами переработки нефти. Практически в каждом регионе Российской Федерации можно встретить несколько заводов по выпуску подобной продукции, некоторые из которых известны не только в своей области, а также далеко за ее пределами и даже в странах ближнего зарубежья.

Рынок растворителей в России ежегодно увеличивается на 2,5% и, как считают многие эксперты, достигнет к 2019 году объема в 33 миллиарда долларов. Отрасль производства растворителей сегодня настолько привлекательная для инвесторов, что вкладывать средства в нее готовы не только отечественные, а также зарубежные бизнесмены. Отличительной чертой современного производства органических растворителей для лакокрасочной продукции является внедрение так называемых «зеленых» технологий и сокращение выбросов вредных веществ в атмосферу.

Продукция российских предприятий пользуется повышенным спросом не только на отечественном рынке. По некоторым данным, почти 40% произведенных на территории России различных растворителей идут на экспорт. Доля же импортных органических растворителей различных типов настолько низкая, что некоторые эксперты относят объемы поставок из-за к статистической погрешности. Одними из наиболее активных регионов в плане развития отрасли производства растворителей являются Омская, Саратовская

и Самарская области, а также Татарстан и Башкортостан. Также много новых предприятий в последнее время открылось в Северо-Западном регионе.

По предварительным итогам импорт растворителей в 2010 году увеличился на 45%. Так, только в первые 3 квартала 2010 года было ввезено растворителей на общую сумму около 33 млн долл.

Несмотря на достаточно большое многообразие существующих видов растворителей, можно выделить несколько основных базовых химических веществ, которые в значительном объеме используются в качестве однокомпонентных и многокомпонентных растворителей. К ним относятся ацетон технический, бутиловый спирт (бутанол), бутилацетат, этилацетат, бензины-растворители и ряд других веществ.

Несмотря на финансовый кризис, и наблюдаемую тенденцию снижения российского производства химических веществ для растворителей, российское производство растворителей в 2009 году увеличилось на 88%. Суммарный объем российского производства растворителей составляет порядка 187 тыс. тонн.

Об этом свидетельствует исследование Агентства Промышленной Информации «Российский рынок растворителей», которое освещает конъюнктуру российского рынка основных типов растворителей и их компонентов.

В феврале 2013 г. агентство завершило исследование российского рынка растворителей.

В 2011 году в России было произведено 157,2 тыс. т ацетона, в 2012 году по предварительным оценкам объем производства составил 164 тыс. т, что больше уровня 2011 года на 4,3%.

Толуола в России в 2011 году было произведено 292 тыс. т, в 2012 году объем производства составил 310 тыс. т, что больше уровня 2011 года на 6%.

В 2011 году в России было произведено 504,5 тыс. т ксилола, в 2012 году по предварительным оценкам объем производства составил 503,7 тыс. т, что меньше уровня 2011 года на 0,2%.

В Приволжском федеральном округе производится наибольшее количество растворителей разных типов. Так, в этом округе производится 75% российского ацетона, 29% толуола, 36% ксилола, 75% бутанола, 99% этилового технического спирта. Нужно отметить, что вообще никаких растворителей не производится в Дальневосточном и в Уральском федеральных округах [1].

Таким образом, можно сделать вывод о целесообразности организации нового производства этилацетата, в связи с постоянно растущим спросом на растворители в России и за ее пределами. Выгодным расположением для нового производства может оказаться Уральский Федеральный округ, в виду низкой конкуренции и доступности основного сырья.

Установки синтеза этилацетата, подобные проектируемой в данной работе, имеют среднюю производительность 950 – 1000 кг товарного продукта в час на 1 м² сечения аппарата [2]. Исходя из этих данных была выбрана производительность 7500 кг/ч, что составляет 63000 тонн в год этилацетата с учетом фонда рабочего времени.

1.2 Характеристика производимой продукции и исходного сырья.

1.2.1 Физические свойства

Этилацетат – сложный эфир, продукт этерификации уксусной кислоты и этанола, бесцветная жидкость, обладающая фруктовым запахом. Кипит при температуре 77,1 °С, однако в виде азеотропной смеси с водой (8,2 % масс. воды) температура кипения составляет 70,4 °С. Растворяется в различных органических растворителях (бензол, этиловый спирт, хлороформ и др.), а также ограничено в воде (12 % масс.).

Плотность при 20 °С составляет 0,9001 г/см³, молярная масса 88,11 г/моль [3].

1.2.2 Применение

Наиболее широкое применение получил этилацетат в качестве растворителя, в первую очередь из-за сравнительно невысокой стоимости и низкой токсичности. Еще одним немаловажным аспектом популяризации этилацетата является его приятный фруктовый запах. Его применяют как растворитель в производстве искусственной кожи (в смеси со спиртом), жиров, ацетатов и нитратов целлюлозы, восков.

Из-за невысокой токсичности, в лабораторной практике и пищевой промышленности этилацетат нашел применение как экстрагент, а также используется в хроматографии. Его используют для очистки и обезжиривания в электронной промышленности и при производстве фольги из алюминия. В пищевой промышленности этилацетат также используется в качестве пищевой добавки E1504, а также применяется в виде реагента в фармации.

Этилацетат применяется также при производстве взрывчатых веществ, полиэфирных лаков, эпоксидных эмалей. Может служить компонентом смазочных масел, различных композиций растворителей.

Энтомологи нередко используют этиловый эфир уксусной кислоты в качестве яда, для умерщвления насекомых, вместо хлороформа.

Мировое потребление этилацетата непрерывно растет, в связи с чем увеличивается и его производство. Так по состоянию на 2014 год в мире было

произведено около 3,5 млн. тонн этилацетата, что более чем в семь раз превосходит показатели 1986 года, когда мировое производство составляло порядка 450 – 500 тысяч тонн.

1.2.3 Требования к сырью и производимой продукции

Для производства этилацетата применяется уксусная кислота с содержанием не менее 99,8 % (ГОСТ 61-75), этиловый спирт с объемной долей спирта не менее 95,5 % (ГОСТ 55878 - 2013), серная кислота (ГОСТ 2184-2013). Производимый этилацетат содержит воду массовой долей не более 0,1 % (ГОСТ 8981-78).

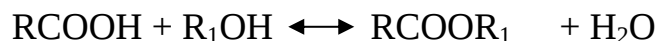
Основные физико-химические показатели исходного сырья и производимого этилацетата [4], применяемые для дальнейших расчетов приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Основные характеристики сырья и готовой продукции

Показатели	Этиловый спирт	Уксусная кислота	Этилацетат	Диэтиловый эфир	Серная кислота
Состав, мас. %	Спирт – 95,5 Вода – 4,5	Уксусная кислота – 99,8 Вода – 0,2	Эфир – 99,9 Вода – 0,1	ДЭЭ – 100	Серная кислота – 100
M_i	46,07	60,04	88,1	74,12	98,07
Плотность, кг/м ³	806	1049	901	714	1831
t_K , °C	78,4	118,1	77,15	35,6	279,6
C_p , кДж/(кг×К)	2,453	2,055	1,925	2,321	1,416
q_u , кДж/кг	812,9	406,4	355,7	358,9	-
$q_{сг}$, кДж/моль	1370,7	876,1	2246,4	2726,7	-

1.3 Физико-химические основы процесса

Этерификация – реакция взаимодействия органических и неорганических кислот со спиртами с образованием сложных эфиров.



Чаще всего это каталитический процесс. Однако, когда в результате этерификации следы катализатора значительно влияют на чистоту продукта, применяют схемы производства без катализатора. Но такой процесс идет крайне медленно и требует высоких температур (200 – 300 °С).

Применение кислотных катализаторов (H_2SO_4 , HCl , арилсульфокислоты, ионообменные смолы) позволяет существенно снизить температуры процесса. Обычно они протекают при 70 – 150 °С. Это наиболее распространенный жидкофазный метод синтеза сложных эфиров.

Гораздо реже применяют газофазные методы этерификации. В этом случае в качестве катализаторов применяют алюмосиликаты, фосфаты, оксид алюминия. То есть гетерогенные катализаторы кислотного типа.

Иногда для производства сложных эфиров применяют хлорангидриды. Однако ввиду более высокой стоимости по сравнению с карбоновыми кислотами, применение их ограничено.

Похожая ситуация наблюдается и при использовании ангидридов кислот [5].

1.3.1 Термодинамика реакций

Карбоновые кислоты со спиртами в жидкой фазе реагируют без заметного изменения тепла ($\Delta H = 0$). Таким образом, нет зависимости константы равновесия от температуры.

Эти реакции обратимы. И хотя смесь как правило неидеальна, равновесие довольно точно описывается следующим уравнением для константы равновесия:

$$K_C = [\text{RCOOR}_1][\text{H}_2\text{O}]/([\text{RCOOH}][\text{R}_1\text{OH}]).$$

Большое влияние на константу равновесия оказывает химическое строение кислоты и (в большей степени) спирта. Первичные насыщенные

спирты линейного строения при этерификации уксусной кислотой в жидкой фазе имеют константу равновесия 4,0 – 4,5 (при условии стехиометрического соотношения реагентов в исходной смеси). С удлинением молекулы спирта наблюдается некоторое снижение константы равновесия.

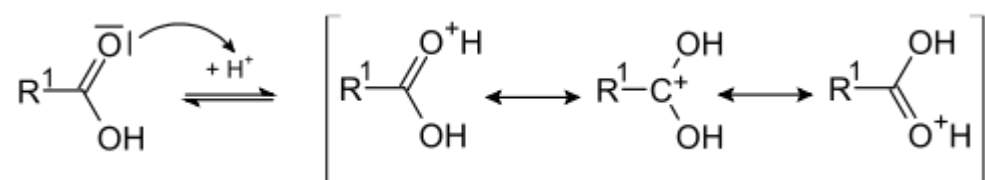
Строение молекулы кислоты тоже оказывает влияние на равновесие, однако влияние это менее заметно и противоположно по эффекту влияния спирта. Таким образом увеличение молекулы кислоты или разветвление ее цепи приводит к повышению константы равновесия.

При проведении этерификации карбоновых кислот спиртами в газовой фазе, реакция идет с выделением тепла, а константа равновесия зависит от температуры и имеет более высокое значение. Например, константа равновесия реакции получения этилацетата в газовой фазе равна 30 при 150 °С. С повышением температуры до 300 °С, константа снижается до 9.

Существуют различные варианты повышения степени конверсии исходных реагентов при этерификации. Если реакция проводится в жидкой фазе эффективным методом является отгон из реакционной массы по мере образования эфира или воды. Однако, это не всегда возможно. В таких случаях, так же, как и при этерификации в газовой фазе, один из компонентов берется в избытке. Чаще всего выбирают более дешевый [5].

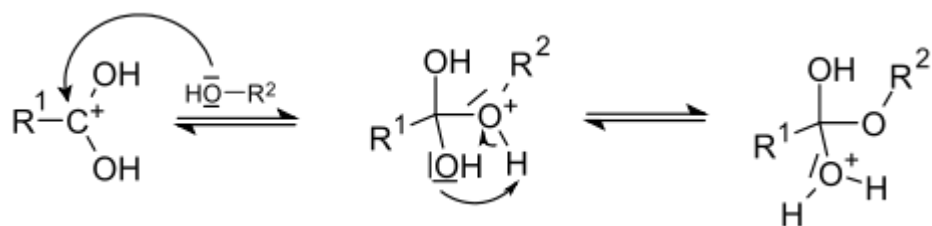
1.3.2 Механизм и кинетика реакций

Этерификация – каталитический процесс, протекающий по типу нуклеофильного замещения. На первом этапе кислород карбонильной группы кислоты протонируется. Таким образом образуется карбокатион:

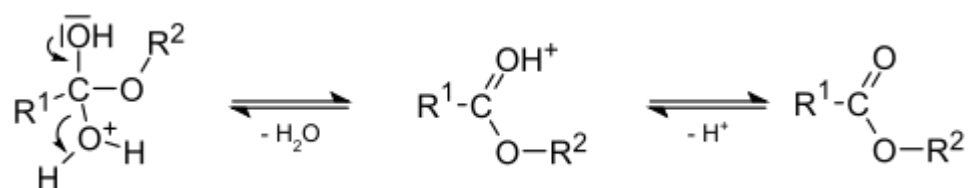


На втором этапе атом кислорода –ОН группы спирта атакует карбониевый центр и образуется алкилоксониевый ион. Эта стадия

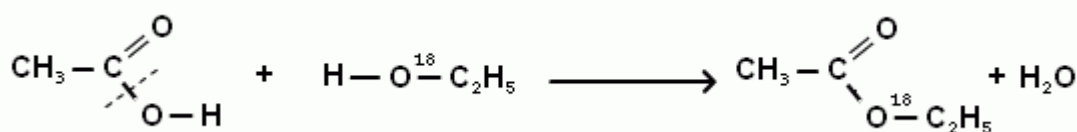
лимитирует процесс. Позже образуется уходящая группа O^+H_2 . Это связано с миграцией протона в алкилоксониевом ионе на гидроксил:



Затем от полученного соединения отщепляется вода и протон, и образуется сложный эфир. На этом процесс завершается:



Данный механизм удалось подтвердить в результате эксперимента с изотопными метками. Для этерификации использовали спирт, меченный изотопом O^{18} , который в результате оказывался в составе эфира:



Таким образом, можно выделить несколько обратимых стадий процесса этерификации:

- Стадия I. Активация карбоновой кислоты под действием катализатора – сильной кислоты (например, конц. H_2SO_4), превращающей нейтральную молекулу в карбокатион.
- Стадия II (лимитирующая). Нуклеофильное присоединение спирта к карбокатиону.
- Стадия III. Миграция протона H^+ и формирование хорошей уходящей группы H_2O .
- Стадия IV. Отщепление воды и катализатора (H^+) от неустойчивого продукта присоединения с образованием сложного эфира.

Все стадии равновесны, и обратная их последовательность ведет к гидролизу сложного эфира (или к алкоголизу, если вместо воды взять спирт). Данному механизму соответствует кинетическое уравнение:

$$r = k_1[H^+]\{[RCOOH][R_1OH] - [RCOOR_1][H_2O]/K\},$$

где k_1 – константа скорости прямой реакции, а K – константа равновесия [5].

1.4 Выбор и обоснование технологической схемы производства

Применяемые на практике схемы синтеза сложных эфиров разделяют на две основные группы:

1) Реакции в жидкой фазе. Как правило без использования катализатора или с применением гомогенных каталитических процессов. Одновременно с реакцией осуществляется разделение смеси.

2) Гетерогенно-каталитические процессы. Обычно проводят в проточных реакторах в жидкой или газовой фазе. Разделение совместно с основной реакцией не проводится.

Более предпочтительными и распространенными являются реакции первой группы. Основной смысл заключается в том, что, сдвигая равновесие процесса в сторону образования эфира за счет отгонки летучих продуктов реакция протекает более полно. По этому принципу спирты, карбоновые кислоты и образованные ими эфиры разделяют на четыре вида.

1. Высококипящие эфиры малолетучих кислот и спиртов. К ним относятся эфиры двухосновных кислот (фталевой, себациновой, адипиновой), а также эфиры монокарбоновых кислот $C_4 - C_5$ и выше с гликолями, глицерином или высшими одноатомными спиртами. В такой смеси наиболее летучим компонентом является вода, и ее отгоняют по мере образования без существенной примеси исходных веществ или эфира. Чтобы облегчить испарение воды, можно продувать реакционную массу инертным газом или вести отгонку в вакууме.

2. Высококипящие эфиры достаточно летучих кислот или спиртов. При получении эфиров высших кислот со спиртами $C_1 - C_8$, а также эфиров

уксусной и муравьиной кислот с гликолями и глицерином, отгоняют воду из реакционной массы вместе с летучим исходным реагентом. Бутанолы и высшие спирты образуют с водой азеотропные смеси, которые при конденсации разделяются на два слоя. Возвращая спирт на этерификацию и, отводя водный (нижний) слой, можно достичь высокой степени конверсии. Когда конденсат гомогенный, нередко добавляют вещества (бензол, дихлорэтан), образующие с водой легкокипящие азеотропные смеси. Вода удаляется с ними, причем азеотропная добавка после конденсации паров и отделения от воды возвращается в реактор. При получении эфиров метанола и этанола этот прием не годится, и воду отгоняют вместе с избытком спирта; водный спирт затем подвергают ректификации.

3. Сложные эфиры средней летучести, дающие с водой (или с водой и спиртом) азеотропные смеси, в которых в мольном отношении вода преобладает над эфиром. К таким эфирам принадлежат бутил- и пентилацетаты. Наиболее низкокипящая из азеотропных смесей, образующихся в этих системах, состоит из эфира, спирта и воды. В случае бутилацетата смесь содержит 35,5 % (масс.) эфира и 37,3 % (масс.) воды, что равноценно их мольному отношению $\approx 1:7$. Это означает, что с азеотропной смесью уходит большое количество воды и реакционная масса непрерывно обогащается эфиром. При конденсации отгоняющихся паров происходит разделение на два слоя – водный и органический. Последний содержит эфир и спирт, которые возвращают в реактор.

4. Легколетучие сложные эфиры, дающие со спиртом и водой тройные азеотропные смеси, в которых в мольном отношении эфир преобладает над водой. Так, этилацетат, этанол и вода образуют азеотропную смесь (т. кип. 70,3 °C), содержащую 83,2 % (масс.) эфира и 7,8 % (масс.) воды, что соответствует их мольному отношению 2,4 : 1. При отгонке такой смеси реакционная масса все более обогащается водой. Следовательно, в этом случае сложный эфир получается в виде дистиллята, отгоняемого из реактора вместе с некоторым количеством воды и спирта.

Благодаря отгонке летучего вещества исходные реагенты можно использовать в соотношении близком к стехиометрическому, но при получении полных эфиров чаще стараются достичь высокой степени конверсии кислоты за счет применения некоторого избытка спирта, зависящего от его уноса с отгоняемым продуктом реакции. Количество катализатора составляет $\approx 0,1\%$, что позволяет осуществить процесс за 2-6 ч. При некаталитической реакции та же продолжительность реакции достигается за счет использования более высоких температур.

Чаще всего на производстве применяется непрерывный способ этерификации, совмещенный с отгонкой. Однако, синтез сложных эфиров может быть осуществлен и периодическим способом. При непрерывной схеме производства выделяют варианты реакционных узлов, изображенные на рис. 1.

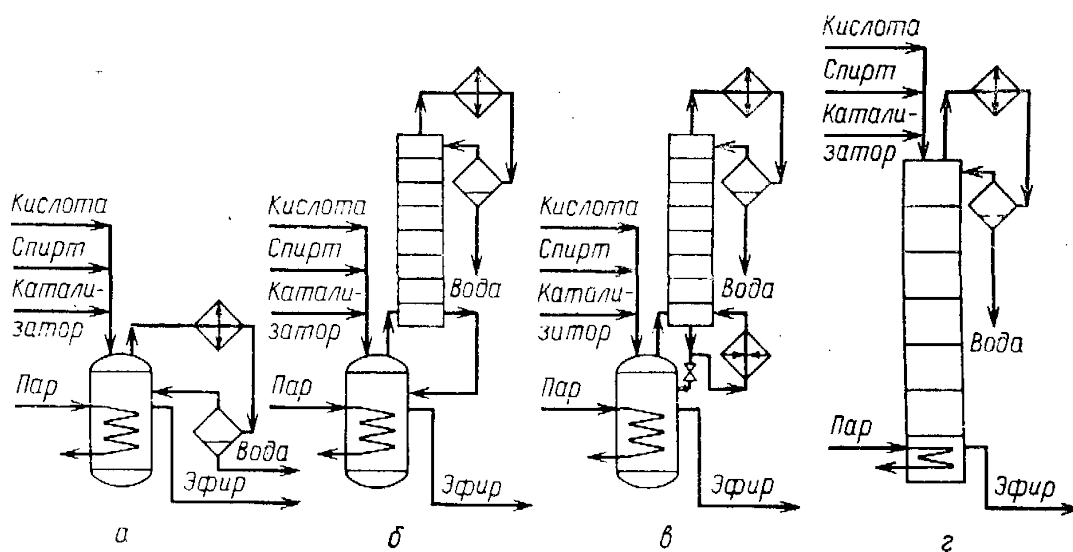


Рисунок 1 - Реакционные узлы для жидкофазных процессов этерификации, совмещенных с отгонкой азеотропной смеси: *а* – куб с конденсатором; *б* – куб с дефлегмирующей колонкой; *в* – куб с ректификационной колонной; *г* – реактор типа тарельчатой колонны

Узлы *а*, *б*, и *в* представляют из себя кубы-эфиризаторы, как правило большой емкости. Подогрев реакционной массы осуществляется

посредством змеевиков или рубашек паром. Происходит непрерывная подача исходного сырья и отгонка низкокипящего продукта. Химическая реакция протекает в кубе при температуре кипения или испарения летучего компонента. Первые три схемы имеют незначительные отличия. Принципиальные отличия состоят лишь в эффективности разделения. Поэтому целесообразно применять обратный конденсатор при большой разнице в летучестях кубовой жидкости в реакторе, и компонента, отгоняемого из реакционной среды. При среднем различии летучестей применяются кубы с дефlegмирующей колонкой, при малом – с ректификационной колонной, обеспечивающей наилучшее разделение. В этих же условиях первые три схемы пригодны и для периодических процессов синтеза.

Однако вышеуказанные схемы резко снижают свою эффективность при снижении скорости превращения компонентов. Снижается полнота реакции и производительность реактора. В связи с этим для непрерывных процессов составляют каскад реакторов. Кубовая жидкость перетекает из одного реактора в другой, с необходимой системой разделения на каждом этапе.

Альтернативным решением служит применение реакторов типа тарельчатой колонны (схема 2). Жидкость стекает сверху вниз, находясь на каждой тарелке в состоянии кипения. В таком случае каждая тарелка представляет из себя отдельный реактор. Слой жидкости на такой тарелке обычно составляет 0,5 – 1 м. Подобное решение позволяет совместить химическое превращение с ректификацией. Наиболее тяжелый компонент (чаще это кислота) и катализатор подаются в колонну сверху. Второй реагент подается на определенной высоте аппарата, в соответствии с летучестью. Жидкая и паровая фаза движутся в колонне противотоком. Подобная схема наиболее предпочтительна при невысоких скоростях реакции и малой разности в летучести компонентов. [5]

Таким образом операционная блок схема производства этилацетата будет иметь вид, изображенный на рис. 2:

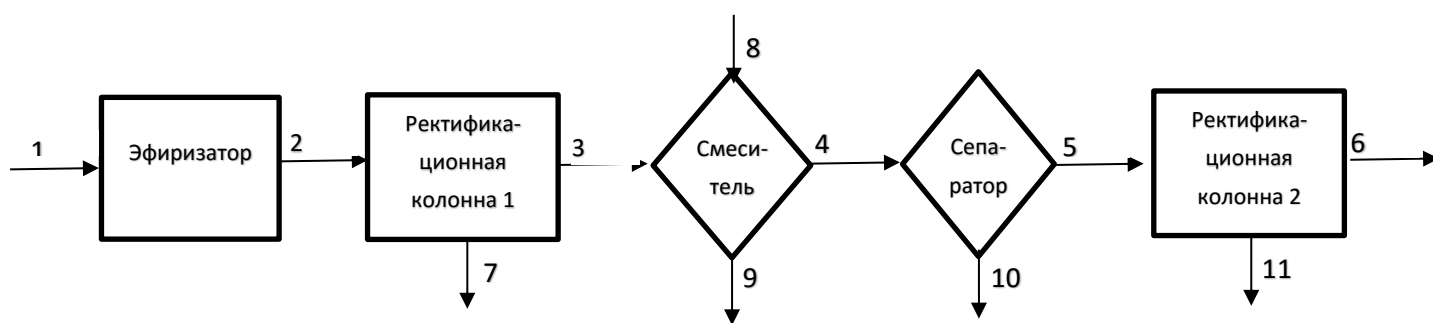


Рисунок 2 - Операционная блок схема производства этилацетата

Исходная смесь этанола, уксусной и серной кислот (1) поступает в эфиризатор, из которого в результате химической реакции и ректификации отгоняется дистиллят (2), содержащий этилацетат, этиловый спирт и воду. В ректификационной колонне 1 смесь отделяется от водного спирта (7), а конденсат (3) направляются в сепаратор, где смешиваются с водой (8), для более полного разделения. Вода, содержащая некоторое количество спирта и эфира (9) удаляется, а образовавшаяся эмульсия (4) отделяется в сепараторе от воды и спирта (10). Эфир-сырец (5) направляется для дальнейшей очистки от оставшейся воды и спирта (6) в колонну 2, откуда в виде кубовой жидкости отбирается товарный этилацетат (11).

1.5 Описание технологического процесса и схемы

Рассмотрим технологическую схему производства этилацетата, изображенную на рис. 3.

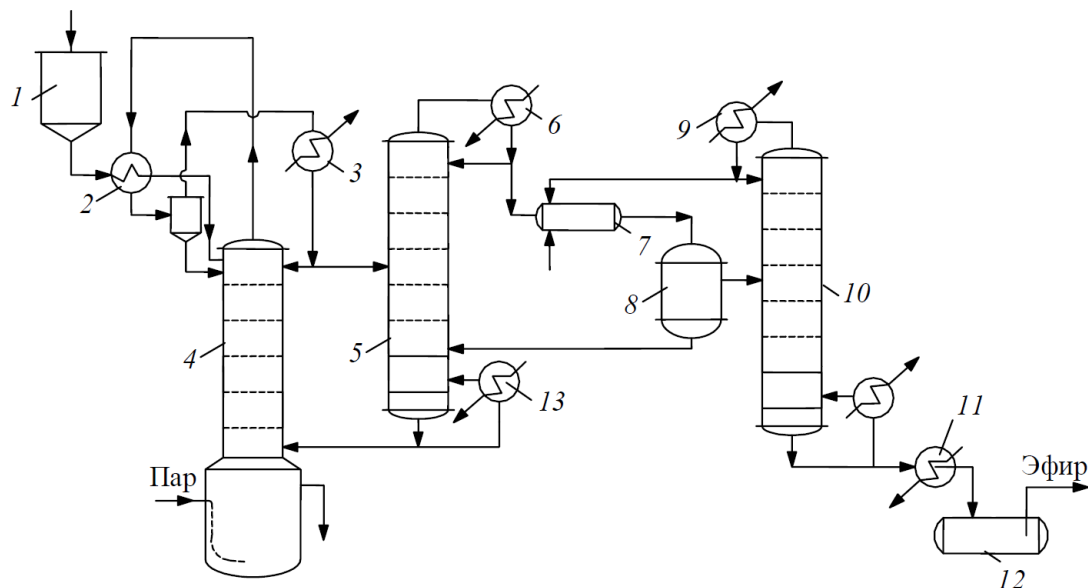


Рисунок 3 - Технологическая схема непрерывного производства этилацетата: 1 – напорный бак; 2 – теплообменник; 3 – конденсатор; 4 – эфиризатор; 5, 10 – ректификационные колонны; 6, 9 – конденсаторы-дефлегматоры; 7 – смеситель; 8 – сепаратор; 11 – холодильник; 12 – сборник; 13 – кипяtilьники

Из напорного бака 1 исходная смесь реагентов, содержащая уксусную кислоту, этанол и серную кислоту в качестве катализатора, непрерывно поступает на реакцию через расходомер. Она вначале проходит теплообменник 2, в котором нагревается за счет паров, выходящих из ректификационной колонны, и затем поступает на верхнюю тарелку эфиризатора 4. Благодаря обогреву куба колонны острым паром, образующийся этилацетат вместе с парами спирта и воды отгоняется из колонны, а жидкость при движении вниз по тарелкам обогащается водой. Время пребывания реакционной массы в эфиризаторе и соотношение исходных реагентов подбирают такими, чтобы кубовая жидкость содержала только небольшое количество непрореагировавшей уксусной кислоты (в ней остается также вся серная кислота). Эту жидкость выводят из куба и после нейтрализации выводят в канализацию.

Пары, выходящие с верха реактора, содержат $\approx 70\%$ спирта и 20% эфира. Они направляются на охлаждение и конденсацию в начале в

теплообменник 2, где нагревают смесь исходных реагентов, а затем в конденсатор 3. Конденсат из аппарата 2 и часть конденсата из аппарата 3 возвращают на верхнюю тарелку реактора 4. Остальное его количество попадает в ректификационную колонну 5, предназначенную для отделения азеотропной смеси от водного спирта. Куб колонны 5 обогревается при помощи кипятильника 13, а флегму создают в аппарате 6, из которого часть конденсата возвращают на орошение. Кубовая жидкость колонны 5 состоит из спирта (большая часть) и воды. Она отводится из колонны и поступает на одну из нижних тарелок эфиризатора 4, чтобы обеспечить достаточное количество спирта в нижней части этой колонны и добиться более полной конверсии уксусной кислоты.

Пары из колонны 5 конденсируются в аппарате 6, откуда часть конденсата идет на орошение, а остальное количество поступает в смеситель 7, где разбавляется примерно равным объемом воды (без этого конденсат не расслоится, так как вода довольно хорошо растворима в смеси эфира со спиртом). Образовавшаяся эмульсия разделяется в сепараторе 8 непрерывного действия на два слоя – верхний, содержащий эфир с растворенным в нем спиртом и водой, и нижний, представляющий собой водный раствор спирта и эфира. Нижний слой возвращают на одну из средних тарелок колонны 5.

Эфир-сырец из сепаратора 8 направляют на очистку от воды и спирта. Ее проводят в ректификационной колонне 10 путем отгонки низкокипящей тройной азеотропной смеси эфира, спирта и воды. Часть этой смеси после конденсатора 9 идет на орошение колонны 10, а остальное количество возвращается в смеситель 7. Этилацетат отводят из куба колонны 10 и после охлаждения в холодильнике 11 направляют в сборник 12. [5]

1.5 Контроль производства

1.5.1 Аналитический контроль

Целью любого аналитического контроля является установление соответствия продукции (сырья) предъявляемым требованиям. Для этого, зачастую, химические предприятия оснащаются лабораториями, где по установленным нормативной документацией методикам определяются показатели качества исходных веществ, полупродуктов и готовой продукции. Требования к качеству этилацетата регламентируются государственным стандартом.

Товарный этилацетат должен соответствовать требованиям [13]. Основные контролируемые показатели представлены в табл. 18.

Таблица 18 - Основные показатели качества этилацетата по ГОСТ 8981 - 78

Наименование показателя	Норма для марки			Метод анализа
	Этилацетат		Б	
	А			
	Высший сорт	1-й сорт		
1. Внешний вид	Прозрачная жидкость без механических примесей			Визуально
2. Цветность, единицы Хазена, не более	5	10	10	По ГОСТ 18522-93
3. Плотность при 20 °С, г/см ³	0,898-0,900	0,897–0,900	0,890-0,900	По ГОСТ 18995.1, разд. 1
4. Массовая доля основного вещества	Не менее 99	Не менее 98	91±1	По ГОСТ 21533
5. Массовая доля кислот в пересчете на уксусную кис-лоту, %, не более	0,004	0,008	0,010	По ГОСТ 8981 – 78, разд. 3.6
6. Массовая доля нелетучего остатка, %, не более	0,001	0,003	0,007	По ГОСТ 8981 – 78, разд. 3.7
7. Температурные пределы перегонки при давлении 101,3 кПа (760 мм. рт. ст.): 95% (по объему) продукта долж-	75 – 78	74 – 79	70 - 80	По ГОСТ 18995.7, разд. 2

но отгоняться в пределах температур, °С				
8. Массовая доля воды, %, не более	0,1	0,2	1,0	По ГОСТ 14870
9. Массовая доля альдегидов в пересчете на уксусный альдегид, %, не более	0,05	Не нормируется	-	По ГОСТ 8981 – 78, разд. 3.10
10. Относительная летучесть (по этиловому эфиру)	2-3	2-3	2-3	По ГОСТ 8981 – 78, разд. 3.11

1.5.2 Автоматический контроль производства

Система управления процессом бинарной ректификации должна обеспечить заданный состав дистиллята и поддержание теплового и материального балансов колонны. Наиболее просто поставленная задача решается за счет стабилизации технологических параметров.

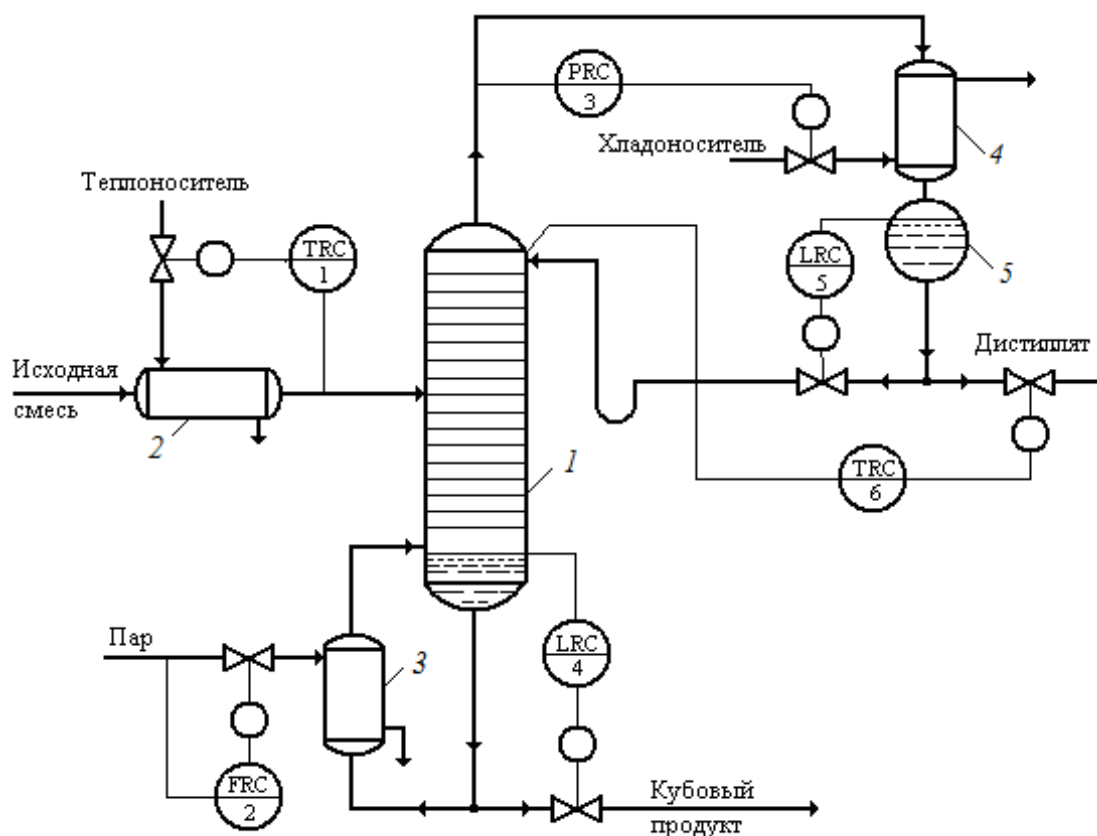


Рисунок 9 - Схема автоматизации процесса бинарной ректификации

Система 1 обеспечивает поддержание бинарной смеси, подаваемой на тарелку питания колонны 1, при температуре кипения за счет изменения подачи теплоносителя в теплообменник 2. Система 2 стабилизирует подачу греющего пара в кипятильник 3, если продуктом процесса является дистиллят. Система 3 стабилизирует давление в верхней части колонны за счет изменения скорости конденсации пара в конденсаторе 4. Система 4 поддерживает постоянный уровень в кубе колонны за счет изменения расхода кубового продукта. Система 5 поддерживает постоянный уровень дистиллята во флегмовой емкости 5. Состав дистиллята однозначно определяется температурой на верхней тарелке, которая стабилизируется системой 6 за счет изменения подачи флегмы.

Если продуктом ректификации является кубовый продукт, то целесообразно стабилизировать расход дистиллята в соответствии с заданной производительностью и температуру потока на выходе из кипятильника 3. Широкое применение для управления процессом бинарной ректификации нашли различного типа неодаконтурные системы, в зависимости от условий работы колонны, в том числе с использованием вычислительных устройств [14].

2 Финансовый менеджмент

2.1 Анализ эффективности производства.

Максимально возможный выпуск продукции в определенном ассортименте называется производственная мощность, при условии возможно более полного использования производственных мощностей и применении прогрессивных норм расхода сырья и производительности оборудования.

Она выражается в натуральных единицах выпускаемой продукции, и характеризует максимальную способность выпускать продукцию за определенный период в наилучших условиях.

На предприятиях химической промышленности выделяют несколько основных групп аппаратов:

1. Основное оборудование;

2. Вспомогательное оборудование;
3. Оборудование для подготовительных операций.

На проектируемом производстве предусмотрен непрерывный производственный процесс. В связи с этим должна быть запланирована остановка для капитального ремонта.

Для расчета производственной мощности предприятия применяют следующую формулу:

$$M = P_{\text{час}} \times T_{\text{эфф}} \times n, \quad (3.1)$$

где $P_{\text{час}}$ - часовая производительность по целевому компоненту, кг/час;

n - количество однотипного оборудования, $n=1$.

$T_{\text{эфф}}$ - эффективное время работы оборудования за год по выпуску данного вида продукции, час;

Эффективный фонд времени оборудования:

$$T_{\text{эфф}} = T_{\text{ном.}} - T_{\text{ППР}}, \quad (3.2) \quad 13.2$$

где $T_{\text{ном.}}$ - номинальный фонд работы оборудования, 8760 ч;

$T_{\text{ппр}}$ - время затрачиваемое на капитальный ремонт, 360 ч.

$$T_{\text{эфф}} = 8760 - 360 = 8400 \text{ часов}$$

$$M = P_{\text{час}} \times T_{\text{эфф}} \times n = 7500 \times 8400 \times 1 = 63000000 \text{ кг/год.}$$

Для анализа использования оборудования рассчитываем экстенсивный и интенсивный коэффициенты. Коэффициент экстенсивного использования оборудования равен

$$K_{\text{экс}} = T_{\text{эфф}} / T_{\text{н}} \quad (3.3)$$

$$K_{\text{экс}} = 8400/8760 = 0,96$$

Коэффициент интенсивного использования оборудования равен

$$K_{инт} = Q_{инт} / Q_{max} \quad (3.4)$$

где $Q_{инт}$ - производительность единицы оборудования в единицу времени;

Q_{max} - максимальная производительность в единицу времени.

$$K_{инт} = 7425 / 7500 = 0,99$$

Интегральный коэффициент использования мощности:

$$K_{им} = K_{экс} \times K_{инт},$$

$$K_{им} = 0,96 \times 0,99 = 0,95$$

Для определения фактического выпуска продукции рассчитывается производственная программа ($N_{год}$):

$$N_{год} = K_{им} \times M, \quad (3.5)$$

$$N_{год} = 0,95 \times 63000000 = 59850000 \text{ кг/год}$$

Вывод: по результатам расчета производственная мощность загружена на 95%.

2.2 Расчет себестоимости готовой продукции

2.2.1 Расчет годового фонда заработной платы

Явочная численность:

$$H_{яв} = H_{обсл} \times K \times S, \quad (3.6)$$

где K - число аппаратов, которые необходимо обслужить, 4 шт;

S - число смен в сутки при установленном режиме работы;

$H_{обсл}$ - коэффициент обслуживания основных аппаратов.

$$H_{яв} = 0,7 \times 4 \times 2 = 5 \text{ человек.}$$

Штатная численность:

$$H_{шт} = H_{яв} \times T_{кал} / T_{ном} \quad (3.7)$$

$$H_{шт} = 5 \times 365 / 183 = 10 \text{ человек.}$$

Списочная численность:

$$H_{сп} = H_{шт} \times T_{ном} / T_{эф}$$

$$H_{сп} = 10 \times 183 / 152 = 12 \text{ человек.}$$

Сумма основных рабочих на установках -12 человек.

Сумма вспомогательных рабочих-12 человек: 4 электрика, 4 слесаря ремонтника, 4 слесаря КИП. По одному в бригаду.

Сумма служащих, ИТР - 4 человек.

На предприятиях химической промышленности в зависимости от условий труда и степени вредности производства длительность рабочего дня составляет 12 часов. Поэтому возникает потребность в организации постоянной работы. Для этого на заводе организована 2-х сменная работа и составляется график сменности, т.к. работает 4 бригады (А, Б, В, Г) с дополнительными днями отдыха.

Таблица 19 - График сменности рабочих

Смена	Время	Дни выходов																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	8-20	Б	Б	А	А	Г	Г	В	В	Б	Б	А	А	Г	Г	В	В	Б	Б	А
2	20-8	Г	В	В	Б	Б	А	А	Г	Г	В	В	Б	Б	А	А	Г	Г	В	В
Отсыпной			Г		В		Б		А		Г		В		Б		А		Г	
Выходной		В		Г		В		Г		В		Г		В		Г		В		Г
		А	А	Б	Г	А	В	Б	Б	А	А	Б	Г	А	В	Б	Б	А	А	Б

Из графика сменности можно рассчитать величину сменоборота:

$$T_{см-о} = a \times b, \quad (3.8)$$

где $T_{см-о}$ – длительность сменоборота;

a – количество бригад;

b – количество дней, в течение которых бригада работает одну смену.

$$T_{\text{см-о}} = 4 \times 1 = 4 \text{ дней}.$$

Сменооборот позволяет нам определить количество выходных дней:

$$T_{\text{вых}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{см-о}}} \times n,$$

где $T_{\text{вых}}$ – количество выходных за год;

$T_{\text{кал}}$ – время календарное;

n – количество выходных за один сменооборот.

$$T_{\text{вых}} = \frac{365}{4} \times 2 = 182 \text{ дня}$$

Зная количество выходных за год, можно определить эффективное время работы за год:

$$T_{\text{эфф}} = T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{отп}} - T_{\text{нев}},$$

где $T_{\text{эфф}}$ – эффективное время рабочего.

$$T_{\text{эфф}} = 365 - 182 - 31 - 10 = 142 \text{ дня}.$$

Рассчитаем количество эффективного времени в часах:

$$T_{\text{эфф}} = 142 \times 12 = 1704 \text{ часов}.$$

Таблица 20 - Баланс времени одного среднесписочного рабочего на год при 12-ти часовом рабочем дне и 4-х бригадном графике

Показатели	Дней	Часов
1. Календарный фонд рабочего времени	365	4380
2. Нерабочие дни:		

выходные	182	2184
3. Номинальный фонд рабочего времени	183	2196
4. Планируемые выходные:		
отпуск	31	372
отпуск в связи с учебой без отрыва от производства	-	-
5. Эффективный фонд рабочего времени	152	1824

Произведем расчет фонда эффективного рабочего времени и определим заработную плату рабочих. Система оплаты труда основных рабочих повременнo-премиальная. Годовой фонд заработной платы любой категории трудящихся можно рассчитать по формуле:

$$З_{год} = З_{осн} + З_{доп}, \quad (3.9)$$

где $З_{осн}$ - фонд заработной платы основных рабочих, руб.,

$З_{доп}$, - фонд заработной платы дополнительных рабочих, руб.

Фонд основной заработной платы определяется по формуле:

$$З_{осн} = З_{тар} + Пр + Д_{н.вр} + Д_{пр.дни}, \quad (3.10)$$

где $З_{тар}$ – тарифный фонд заработной платы, тыс. руб;

$Пр$ – оплата премий, тыс. руб;

$Д_{н.вр}$ – доплата за работу в ночное время, тыс. руб;

$Д_{пр.дни}$ – доплата за работу в праздничные дни, тыс. руб;

Тарифный фонд заработной платы равен:

$$З_{тар} = \sum Ч_{сн} \times T_{сн} \times T_{эф.раб}, \quad (3.11)$$

где $Ч_{сн}$ – списочная численность рабочих данного разряда, чел.;

$T_{сн}$ – дневная тарифная ставка данного разряда, тыс. руб.

Дополнительная зарплата ($Z_{\text{доп}}$):

$$Z_{\text{доп}} = (D_H \times Z_{\text{осн}}) / T_{\text{эфф}}, \quad (3.12)$$

где D_H – количество дней невыхода на работу по планируемым причинам (отпуск, ученические, гособязанности).

Доплата за работу в ночное время осуществляется в размере 40% от тарифной ставки. Доплата за работу в праздничные дни - двойной тариф. Премияльные - 50% от тарифной ставки

Таблица 21 - Фонд заработной платы основных рабочих

Профес- сия	Раз- ряд	Т _{ст} руб/ч	Н _{сп} чел	Т _{эф} ч.	З _{тар} т.руб.	Д _{прем} т.руб	Д _{нв} т.руб	Д _{праз} т.руб	З _{осн} т.руб
старший оператор	6	85,42	4	1824	623,224	311,612	45,362	16,061	996,260
Оператор	5	55,48	8	1824	809,564	242,869	58,613	20,753	1131,8
ИТОГО									2128,060

Фонд заработной платы основных рабочих составил 2128060руб. Труд инженерно-технического персонала оплачивается по месячным окладам в соответствии с принципами повременной оплаты труда.

Для работников с подобной системой оплаты труда основной фонд заработной платы рассчитывается как:

$$Z_{\text{осн}} = n_{\text{мес}} \times T_{\text{окл}} \times H_{\text{сп}} \quad (3.13)$$

где $n_{\text{мес}}$ - количество месяцев;

$T_{\text{окл}}$ - месячный оклад, руб.

Таблица 22 - Фонд заработной платы ИТР

Должность	$T_{\text{окл}}$, руб	$H_{\text{сп}}$, чел	$Z_{\text{осн}}$, руб
Главный технолог. Нач. установки	75000	1	900000
Механик установки	55000	1	660000

Энергетик установки	50000	1	600000
Инженер КИП и АСУ	40000	1	480000
ИТОГО			2640000

Общий фонд заработной платы ИТР составил 2640000 руб. Вспомогательным рабочим помимо тарифа выплачивается дополнительная заработная плата из расчёта 40% от тарифа.

Таблица 23 - Фонд заработной платы вспомогательных рабочих

Профессия	Раз-ряд	$T_{СТ}$ руб/ч	$H_{СП}$ чел	$T_{ЭФ}$ ч.	$Z_{ТАР}$ руб.	$D_{ПРЕМ}$ руб.	$D_{НВ}$ руб.	$D_{ПРАЗ}$ руб.	$Z_{ОСН}$ руб.
Слесарь-ремонтник	4	26,45	4	1824	192979,2	96489	25730	13962,6	329160
Электрик	4	26,45	4	1824	192979,2	96489	25730	13962,6	329160
Слесарь КИПиА	4	26,45	4	1824	192979,2	96489	25730	13962,6	329160
ИТОГО									987480

Фонд заработной платы вспомогательных рабочих составил 987480руб.

2.2.2 Расчет затрат на производство продукции

1) Расчет годовой потребности в сырье и материалах

Определение затрат на сырье и материалы производим исходя из принятого объема производства, удельных норм расхода сырья и материалов и планово-заготовительных цен.

Таблица 24 - Расчет годовой потребности в сырье, материалах и электроэнергии.

Наименование сырья	Ед. изм	Цена, руб.	Расход		Затраты, руб.	
			На ед. гот.прод.	На весь объем про-изводства	На ед. гот.прод.	На весь объем производства

				63000 т/год		63000 т/год
1. Этанол технический	т.	24000	0,445	28035	10680	672840000
2. Уксусная кислота	т.	70000	0,554	34902	38780	2443140000
3. Серная кислота	т.	53000	0,001	63	53	3339000
4. Электроэнергия	кВт/ч	5,4	19,19	1208970	103,63	6528690
Итого					49616,63	3125847690

2) Расчёт стоимости основных производственных фондов и амортизационных отчислений от них

Производственные фонды представляют собой совокупность средств труда, необходимых для осуществления непрерывного процесса производства. Производственные фонды обслуживают производство в течение длительного времени, они участвуют в процессе производства продукции и переносят стоимость на готовый продукт по частям, по мере своего износа и не меняют своей натуральной формы.

Оборотные фонды в химической промышленности составляют 20 -25% от основных фондов.

Таблица 25 - Стоимость основных фондов.

Наименование	Стоимость, руб.	Нормы амортизации	Годовые амортизационные отчисления, руб
Здания	70000000	5	3500000
Машины и оборудование	61 000 000	15	9150000
Приборы КИП и А, лабораторное оборудование	52 500 000	10,3	5407500
Инвентарь и инструменты	10 000 000	1,6	160000
Итого	193 500 000		18217500

Амортизационные отчисления от зданий:

$$A_{\text{зод}} = 70000000 / 100 \times 5 = 3500000$$

От машин и оборудования:

$$A_{\text{мод}} = 61000000 / 100 \times 15 = 915000$$

От приборов КИП и А и лабораторий:

$$A_{\text{поб}} = 52500000 / 100 \times 10,3 = 5407500$$

От инвентаря и инструментов:

$$A_{\text{инд}} = 1000000 / 100 \times 1,6 = 160000$$

Итого: $A_{\text{зод}} = 18217500$

Таблица 26 - Калькуляция себестоимости на производство и реализацию продукции при заданном объеме производства (Q)

Наименование затрат	Единицы изм.	Сумма на 1 т, руб.	Сумма затрат на производство 63000 т, руб
1. сырье	Руб.	49513,63	3119358690,00
2. энергия на технологические цели		103,63	6528690,00
3. Заработная плата основных работающих		33,78	2128060,00
3.1 Отчисления на социальные нужды основных рабочих		10,13	638418,00
Итого условно-переменных издержек		49660,54	3128653858,00
4. Общепроизводственные расходы			
4.1 Заработная плата ИТР		41,90	2640000,00
4.2 Отчисления на социальные нужды ИТР		12,57	792000,00
4.3 Заработная плата вспомогательных рабочих		15,67	987480,00
4.3 Отчисления на социальные нужды вспомогательных рабочих		4,70	296244,00
4.4 Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования			
амортизация		289,17	18217500,00
ремонт		8,68	546525,00
Итого условно-постоянных издержек		372,69	23479470,00
цеховая себестоимость		50033,23	998487427,00
5. Управленческие расходы (5% к цеховой себестоимости)		2501,66	157604674,50
Заводская себестоимость		52534,89	3309698070,00
6. Коммерческие расходы (1% к заводской себестоимости)		525,35	33096980,70
Полная себестоимость		53060,24	3342795120,00
Условно - постоянные издержки		898,04	56576520,00
Условно - переменные издержки		52162,20	3286218600,00

2.3 Определение цены готовой продукции

Цену продукта определяем по формуле:

$$Ц = C \times (1 + P / 100),$$

где C – полная себестоимость единицы готовой продукции;

P – рентабельность продукции (%).

Рентабельность продукции можно принять от 10% до 25%.

$$Ц = 53060,24 \times (1 + 10 / 100) = 58366,26 \text{ руб.}$$

$$B_{\text{реал.}} = 3677074380,00 \text{ руб.}$$

2.4 Анализ безубыточности

Цель анализа - определение точки безубыточности, т.е. минимального объема продаж, начиная с которого предприятие не несет убытков. В точке безубыточности выручка от продажи продукции (B_{np}) равна общим затратам на производство и реализацию продукции:

$$B_{np} = ИЗД_{\text{пост}} + ИЗД_{\text{пер}} \quad 13.13$$

Определение точки безубыточности:

1. Аналитическим способом:

$$Q_{кр} = \frac{ИЗД_{\text{пост}}}{Ц_{г.п.} - ИЗД_{\text{пер/г.п.}}}$$

где $Ц_{гп}$ - цена единицы готовой продукции (1 тонны);

$ИЗД_{\text{пер/гп}}$ - удельные переменные издержки (переменные издержки на единицу готовой продукции – 1 тонну).

$$Q_{кр} = \frac{56576520,00}{58366,26 - 52162,20} = 9119 \text{ т/год}$$

2. Графическим способом: (рис 10).

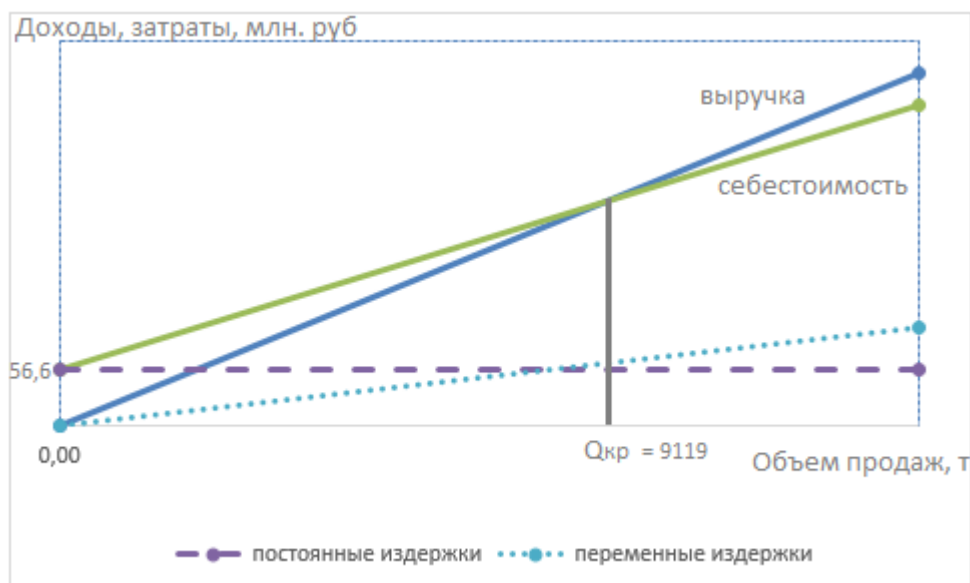


Рисунок 10 - График безубыточности при производстве 63000 тонн этилацетата в год

2.5 Определение технико-экономических показателей

Таблица 27 - Технико-экономические показатели

Наименование показателя	Ед. изм.	Плановый год
Объем производства	т.	63 000
Объем продаж	т.	63 000
Цена за тонну	руб.	58 366,26
Выручка от продажи	руб.	3 677 074 380,0
Суммарные издержки,	руб.	3 342 795 120,0
в т.ч переменные издержки	руб.	3 286 218 600,0
в т.ч. постоянные издержки	руб.	56 576 520,0
Операционная прибыль	руб.	334 279 260,0
Налог на прибыль (20%)	руб.	66 855 852,0
Чистая прибыль	руб.	267 423 408,0
Себестоимость 1 тонны про- дукции	руб.	53 060,24

Среднегодовая стоимость основных средств	руб.	193 500 000,0
Численность основных рабочих	чел.	12
Фондовооруженность	руб/чел	16 125 000,0
Фондоотдача (объём выпущенной товарной продукции / Среднегодовая стоимость основных средств)	руб/руб	19,0
Фондоёмкость (показатель обратный фондоотдаче)		0,053
Рентабельность производства	%	7,99
Рентабельность продаж	%	7,27
Qкр. (критический объем продаж)	т.	9119,27
Qкр. (критический объем продаж)	руб.	532 241 924,94

2.6 Заключение об экономической эффективности

В результате проведенных расчетов было установлено, что проектируемое производство является экономически эффективным. Рентабельность продукции составила 7,27 %, безубыточный объем производства – 9119 тонн в год [15].