

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

ТАШКЕНТСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

**Кафедра: «Органической химии и технологии основного органического
синтеза»**

РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к выпускной работе на тему: **Получение изооктана алкилированием
бутана бутиленом. Мощность 400000 т/г**

Руководитель Турабджанова С.Ш.

Консультанты:

по технологической части доц. Абдураимов Б.М.

по экономике _____

по КИП и автоматике _____

по охране окружающей среды _____

по охране труда _____

по гражданской защите _____

Дипломант _____

ТАШКЕНТ – 2015

ТАШКЕНТСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Факультет: Химическая технология органических соединений и топлива

Кафедра: Органическая химия и технология основного органического синтеза

Специальность: Технология основного органического синтеза

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой «ТООС»

_____ Кадиров Х.И.

«__» _____ 2015 г.

ЗАДАНИЕ

по выпускной работе студента

Азизов Сардарджан Авазжонович

(фамилия, имя, отчество)

1. Тема проекта (работы) Получение изооктана алкилированием бутана бутиленом. Мощность 400000 т/г

утверждена приказом по институту от «26» 05. 2014 г. за № 4/158

2. Срок сдачи студентом законченного проекта 25.06. 2015 г.

3. Исходные данные к проекту (работе) _____

4. Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов) _____

5. Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей) _____

6. Дата выдачи задания _____

Руководитель _____

(подпись)

Задание принял к исполнению _____

(подпись)

СОДЕРЖАНИЕ

Реферат	4
Введение	5
Технико-экономическое обоснование	7
Характеристика сырья и готового продукта	9
Технологическая часть	13
Материальный баланс	20
Тепловой баланс	22
Механический расчет реактора	24
Охрана окружающей среды	36
Гражданская оборона	42
Автоматизация технологического процесса	46
Перечень показателей, рассчитываемых в экономической части выпускных квалификационных работ	50
Заключение	64
Используемая литература	65

РЕФЕРАТ

Дипломная работа состоит из 65 страниц компьютерного текста и включает 9 рисунка, 11 таблиц, 12 источников.

Изобутан, изобутилен, изооктан, алкилирование, алкилирование по углероду, реактор, механический расчет, материальный и тепловой расчет, автоматика, экология

Объектом исследования является исследование процесса получения изооктана алкилирование изобутиленом изобутана.

Цель работы – изучение технологии получения изооктана алкилированием изобутана с изобутиленом. Установление оптимальных параметров производства. Изучение свойств основных и вторичных реагентов используемых в синтезе изооктана.

Методы исследования: физико-химические, технологические.

Результаты работы: Исследованы литературные данные по синтезу изооктана из изобутана и изобутилена ОАО «Ферганаазот». Выбрана технология производства изооктана. Определены оптимальные параметры производства уксусного ангидрида, приведены материальные, механические и тепловые расчеты реактора с мощностью 400000 тонн в год.

Область применения – химическая, химическая технология.

ВВЕДЕНИЕ

Одна из основных задач, стоящих перед экономикой страны, мобилизация вторичных ресурсов, их более полное и всестороннее использование. Эту задачу нужно рассматривать как составную часть глобальной проблемы охраны окружающей среды, т.к. почти 90% сырья, возобновляемого ежегодно и извлекаемого из недр планеты, идёт в отходы, загрязняющих биосферу. Именно поэтому наше внимание было направлено на поиски путей комплексного использования природных богатств и малоотходной или лучше безотходной технологии с обязательным рациональным использованием вторичного сырья.

В своем докладе Президент Республики Узбекистан И.А.Каримов на заседании Кабинета Министров, посвященном основным итогам 2012 года и приоритетам социально - экономического развития на 2013 год отметил, что первостепенное внимание должно быть уделено подготовке и реализации Программы по повышению конкурентоспособности экономики страны. Актуальность и значимость постановки этой цели диктуется в первую очередь тем, что в качестве главной нашей стратегии на современном этапе мы поставили перед собой задачу выхода нашей экономики в среднесрочной перспективе на уровень развитых демократических стран.

Само собой разумеется, что без обеспечения конкурентной экономики, в конечном итоге без строительства конкурентоспособной страны, без реализации целевых задач, предусмотренных в принятой нами Концепции дальнейшего углубления демократических реформ и формирования гражданского общества в стране, нельзя серьезно говорить об этом. Необходимость постановки этой задачи обуславливается также углублением кризисных ситуаций, сокращением мирового спроса и, соответственно, возрастающей с каждым годом конкуренцией на мировых рынках сырья, материалов и особенно готовой продукции.

Опыт многих развитых и доминирующих сегодня в мировой экономике стран, однозначно доказывает, что достижение

конкурентоспособности и выход на мировые рынки могут быть обеспечены в первую очередь за счет последовательного реформирования, углубления структурных преобразований и диверсификации экономики, обеспечения опережающего развития новых высокотехнологичных предприятий и производств, ускорения процессов модернизации и технического обновления действующих мощностей. В соответствии с принятой Программой первоочередных мер по расширению объемов производства и освоению выпуска новых видов конкурентоспособной продукции предусматривается в 2012 – 2016 годах реализация более 270 инвестиционных проектов расчетной стоимостью 6,2 миллиарда долларов, а также отраслевых программ модернизации, технического и технологического перевооружения производства.

Создание безотходной, экологически чистой технологии на химических предприятиях, внедрение в производство новых процессов рекуперации и переработки промышленных отходов является актуальной проблемой для ученых и инженерно-технических работников Республики Узбекистан.

Для нужд химической и энергетических промышленности республики ежегодно закупается за валюту и завозится до 100 тысяч тонн в год изооктана из стран СНГ. В то же время в РУз имеется сырье и материалы (бутан-бутиленовая фракция), необходимые для получения данного продукта. Учитывая вышеизложенного мной выбрана тема для дипломной работы изучение технологического процесса алкилирование в целях получения изооктана из изобутана и изобутилена.

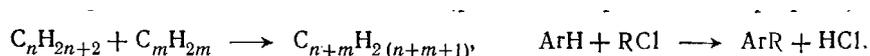
Технико-экономическое обоснование

Алкилированием называют процессы введения алкильных групп в молекулы органических и некоторых неорганических веществ. Эти реакции имеют очень большое практическое значение для синтеза алкилированных в ядро ароматических соединений, изопарафинов, многих меркаптанов и сульфидов, аминов, веществ с простой эфирной связью, элемент- и металлорганических соединений, продуктов переработки оксидов и ацетилен. Процессы алкилирования часто являются промежуточными стадиями в производстве мономеров, моющих веществ и т. д.

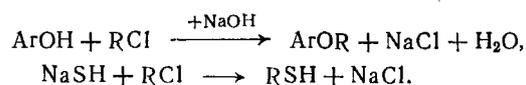
Многие из продуктов алкилирования производятся в очень крупных масштабах. Так, в США синтезируют ежегодно около 4 млн. т этилбензола, 1,6 млн. т изопропилбензола, 0,4 млн. т высших алкилбензолов, свыше 4 млн. т гликолей и других продуктов переработки алкиленоксидов, около 30 млн. т изо-парафинового алкилата, около 1 млн. т трет-бутилметилового эфира и т. д.

Наиболее рациональная классификация процессов алкилирования основана на типе вновь образующейся связи.

Алкилирование по атому углерода (С-алкилирование) состоит в замещении на алкильную группу атома водорода, находящегося при атоме углерода. К этому замещению способны парафины, но наиболее характерно алкилирование для ароматических соединений (реакция Фриделя-Крафтса):



Алкилирование по атомам кислорода и серы (О- и S-алкилирование) представляет собой реакцию, в результате которой алкильная группа связывается с атомом кислорода или серы:



Нетрудно видеть, что в данном случае под слишком общее определение алкилирования подпадают и такие процессы, как гидролиз хлорпроизводных или гидратация олефинов, и это показывает, что

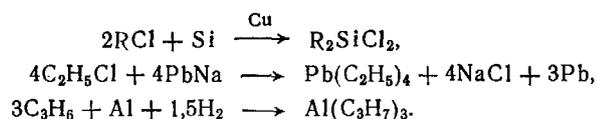
алкилированием следует называть только такие реакции введения алкильной группы, которые не имеют других, более существенных и определяющих классификационных признаков.

Алкилирование по атому азота (N-алкилирование) состоит в замещении атомов водорода в аммиаке или в аминах на алкильные группы. Это — важнейший из методов синтеза аминов:

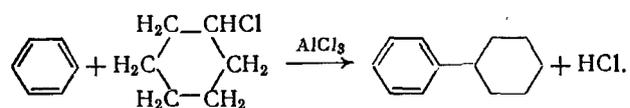


Как и в случае реакций гидролиза и гидратации, N-алкилирование нередко классифицируют как аммонолиз (или аминолиз) органических соединений.

Алкилирование по атомам других элементов (Si-, Pb-, Al-алкилирование) представляет собой важнейший путь получения элемент- и металлоорганических соединений, когда алкильная группа непосредственно связывается с гетеро- атомом:



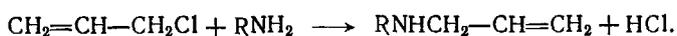
Другая классификация реакций алкилирования основана на различиях в строении алкильной группы, вводимой в органическое или неорганическое соединение. Она может быть насыщенной алифатической (например, этильной и изопропильной) или циклической. В последнем случае реакцию иногда называют циклоалкилированием:



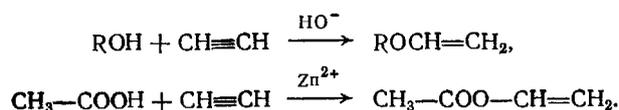
При введении фенильной или вообще арильной группы образуется непосредственная связь с углеродным атомом ароматического ядра (арилирование):



В алкильную группу может входить ароматическое ядро или двойная связь, и, если последняя достаточно удалена от реакционного центра, реакция мало отличается от обычных процессов алкилирования:



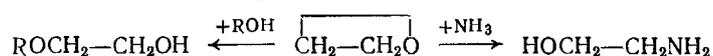
Однако введение винильной группы (винилирование) занимает особое место и осуществляется главным образом при помощи ацетилен:



Наконец, алкильные группы могут содержать различные заместители, например атомы хлора, гидроксигруппы, карбоксигруппы, сульфокислотные группы:



Важнейшей из реакций введения замещенных алкильных групп является процесс оксиалкилирование (в частном случае оксиэтилирование), охватывающий широкий круг реакций оксидов олефинов:



Характеристика сырья и готового продукта

Алкилирующие агенты и катализаторы. Все алкилирующие агенты по типу связи, разрывающейся в них при алкилировании, целесообразно разделить на следующие группы:

ненасыщенные соединения (олефины и ацетилен), у которых происходит разрыв π -электронной связи между атомами углерода;

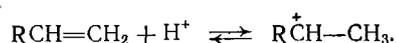
хлорпроизводные с достаточно подвижным атомом хлора, способным замещаться под влиянием различных агентов;

спирты, простые и сложные эфиры, в частности оксиды олефинов, у которых при алкилировании разрывается углерод-кислородная связь.

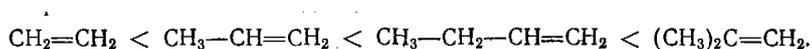
Олефины (этилен, пропилен, бутены и высшие) имеют первостепенное значение в качестве алкилирующих агентов. Ввиду дешевизны ими стараются пользоваться во всех случаях, где это возможно. Главное применение они нашли для S -алкилирования парафинов и ароматических

соединений. Они неприменимы для N-алкилирования и не всегда эффективны при S- и O-алкилировании и синтезе металлоорганических соединений.

Алкилирование олефинами в большинстве случаев протекает по ионному механизму через промежуточное образование карбо- катионов и катализируется протонными и апротонными кислотами. Реакционная способность олефинов при реакциях такого типа определяется их склонностью к образованию карбокатионов:



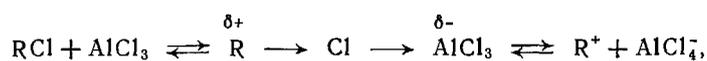
Это означает, что удлинение и разветвление цепи углеродных атомов в олефине значительно повышает его способность к ал-килированию:



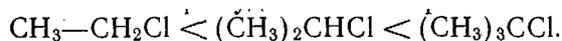
В ряде случаев алкилирование олефинами протекает под влиянием инициаторов радикально-цепных реакций, освещения или высокой температуры. Здесь промежуточными активными частицами являются свободные радикалы. Реакционная способность разных олефинов при таких реакциях значительно сближается.

Хлорпроизводные являются алкилирующими агентами наиболее широкого диапазона действия. Они пригодны для C-, O-, S- и N-алкилирования и для синтеза большинства элементе- и металлоорганических соединений. Применение хлорпроизводных рационально для тех процессов, в которых их невозможно заменить олефинами или когда хлорпроизводные дешевле и доступнее олефинов.

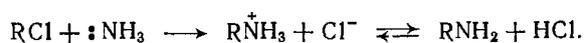
Алкилирующее действие хлорпроизводных проявляется в трех различных типах взаимодействий: в электрофильных реакциях, при нуклеофильном замещении и в свободно-радикальных процессах. Механизм электрофильного замещения характерен главным образом для алкилирования по атому углерода, но, в отличие от олефинов, реакции катализируются только апротонными кислотами (хлориды алюминия, железа). В предельном случае процесс идет с промежуточным образованием карбокатиона



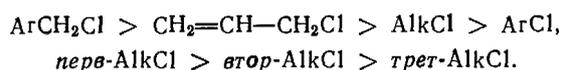
В связи с чем реакционная способность алкилхлоридов зависит от поляризации связи С—Сl или от стабильности карбокатионов и повышается при удлинении и разветвлении алкильной группы:



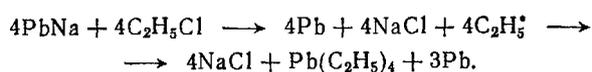
При другом типе реакций, характерном для алкилирования по атомам кислорода, серы и азота, процесс состоит в нуклеофильном замещении атома хлора. Механизм аналогичен гидролизу хлорпроизводных, причем реакция, как правило, протекает в отсутствие катализаторов:



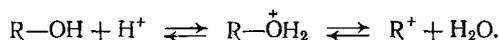
Реакционная способность хлорпроизводных изменяется в данных процессах таким же образом, как при гидролизе, а именно:



Целый ряд процессов алкилирования хлорпроизводными протекает по свободно-радикальному механизму. Это особенно характерно для синтезов элементо- и металлоорганических соединений, когда свободные радикалы образуются за счет взаимодействия с металлами:



Спирты и простые эфиры способны к реакциям С-, О-, N- и S-алкилирования. К простым эфирам можно отнести и оксиды олефинов, являющиеся внутренними эфирами гликолей, причем из всех простых эфиров только оксиды олефинов практически используют в качестве алкилирующих агентов. Спирты применяют для О- и N-алкилирования в тех случаях, когда они дешевле и доступнее хлорпроизводных. Для разрыва их алкил-кислородной связи требуются катализаторы кислотного типа:

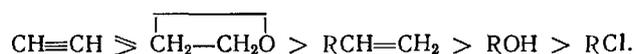


Тепловой эффект важнейших реакций алкилирования

Алкилирующий агент	Разрываемая связь	$-\Delta H_{298}^0$, кДж/моль	Алкилирующий агент	Разрываемая связь	$-\Delta H_{298}^0$, кДж/моль
RCH=CH ₂	C _{алиф} – Н	84 – 100	ROH	O – Н	0 – 21
	C _{ар} – Н	96 – 104		N – Н	21 – 42
	O – Н	50 – 63			
RCI	C _{ар} – Н	34 – 42	(CH ₂ – CH ₂)O	O – Н	88 – 104
	O – Н	~ 0			
	N – Н	0 – 25		HC ≡ CH	O – Н

Энергетическая характеристика основных реакций алкилирования. В зависимости от алкилирующего агента и типа разрывающейся связи в алкилируемом веществе процессы алкилирования имеют сильно различающиеся энергетические характеристики. Значения тепловых эффектов для газообразного состояния всех веществ в некоторых важных процессах алкилирования по C-, O- и N-связям приведены в табл. 7. Так как они существенно зависят от строения алкилируемых веществ, то в таблице приводятся наиболее часто встречающиеся пределы изменения тепловых эффектов.

Из сравнения приведенных данных видно, что при использовании одного и того же алкилирующего агента теплота реакции при алкилировании по разным атомам уменьшается в следующем порядке C_{ар} > C_{алиф} > N > O, а для разных алкилирующих агентов изменяется так:



Особенно большой тепловой эффект алкилирования с участием этиленоксида и ацетилена обусловлен значительной напряженностью трехчленного оксидного цикла и высокой эндотермичностью соединений с тройной связью.

Некоторые из реакций, представленных в табл. 7, обратимы; условия их равновесия рассмотрены далее при конкретном изложении физико-химических закономерностей этих процессов.

Учитывая высшее изложенное нами изучен процесс алкилирование, в особенности алкилирование изобутана изобутиленом является экономически выгодным.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

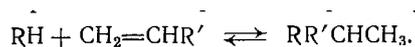
К процессам этого типа принадлежат очень важные в практическом отношении реакции алкилирования ароматических соединений в ядро и реакции алкилирования парафинов. В более общем плане их можно разделить на процессы алкилирования по ароматическому и насыщенному атому углерода.

от частиц катализатора и поступает на перегонку. Расход катализатора составляет всего 0,4 % от массы полученных алкилфенолов.

Алкилирование парафинов

Этот процесс предназначен для синтеза высокооктановых моторных топлив и получил широкое распространение во всех развитых странах.

Алкилирование парафинов олефинами является равновесным экзотермическим процессом, обратным крекингу углеводородов:



Термодинамические отношения для этой реакции уже рассматривались в главе 1 в приложении к крекинг-процессу. Очевидно, что равновесие обратной реакции алкилирования парафинов смещается вправо при понижении температуры, причем уже при 100 °С и ниже можно считать ее практически необратимой. Именно в таких условиях процесс каталитического алкилирования изопарафинов и осуществляют в промышленности.

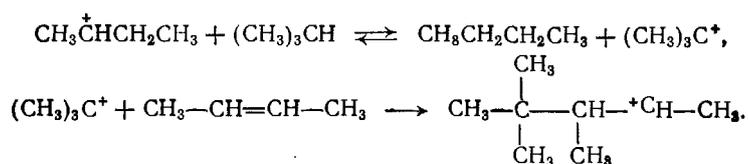
Катализаторами алкилирования парафинов олефинами могут служить те же вещества кислотного типа, что и для алкилирования ароматических

соединений, хлорид алюминия, безводный фторид водорода, серная кислота; последнюю используют чаще всего.

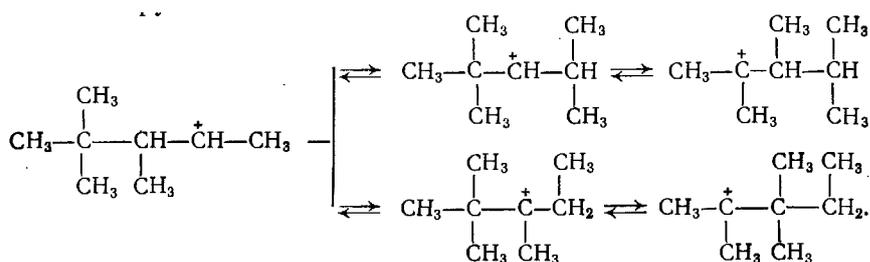
Из парафинов к каталитическому алкилированию способны только изопарафины, имеющие третичный атом углерода. Олефины могут быть различными (даже этилен), но обычно применяют н-бутены, алкилирующие изобутан с образованием углеводородов C₈H₁₈, по температуре кипения наиболее пригодных в качестве компонента моторного топлива.

Строение продуктов, образующихся при каталитическом алкилировании изопарафинов, обычно не соответствует ожидаемому из структуры исходных веществ. Так, при взаимодействии w-бутена с изобутаном получается смесь 2,2,4-, 2,3,4- и 2,3,3- триметилпентанов. Первый изомер, называемый просто изооктаном, является эталоном в шкале октановых чисел - для него октановое число принято равным 100.

Причина несоответствия строения продуктов состоит в особенностях механизма реакции, осложненной процессами изомеризации. Вторичный карбокатион, образовавшийся из m-олефина, менее стабилен, чем третичный, вследствие чего происходит быстрый обмен гидрид-иона с изопарафином, причем образующийся трет-бутилкатион взаимодействует далее с исходным олефином:

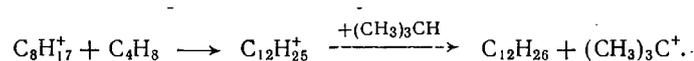


Получившийся карбокатион склонен к внутримолекулярным перегруппировкам, сопровождающимся миграцией водорода и метальных групп:



Эти карбокатионы взаимодействуют с изобутаном, в результате чего получают углеводород C_8H_{18} и трет-бутилкатион обеспечивающий протекание ионно-цепного процесса. Состав изомеров зависит как от стабильности промежуточных карбокатионов, так и от скорости их обменной реакции с изобутаном.

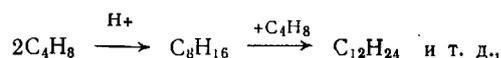
Очевидно, что промежуточно-образующиеся изооктилкатионы также способны к реакции с олефинами:



Так происходят последовательно-параллельные реакции алкилирования, причем, чтобы подавить образование высших углеводородов, необходим избыток изопарафина по отношению к олефину.

В получаемых алкилатах обнаружены низшие и высшие парафины с числом атомов углерода, не кратным их числу в исходных реагентах. Так, при алкилировании изобутана бутенами алкилат содержит 6 – 10 % углеводородов $C_5 - C_7$ и 5 – 10 % углеводородов C_9 и высших. Очевидно, они могут появиться только в результате деструктивных процессов, которым способствует повышение температуры.

Еще одна побочная реакция – это катионная полимеризация олефина



при которой получают низкомолекулярные ненасыщенные полимеры, несколько ухудшающие качество алкилата и ведущие к повышенному расходу катализатора.

Применение избытка изопарафина подавляет все побочные реакции и положительно влияет на выход алкилата, содержание в нем целевой фракции, ее октановое число и расход катализатора. Чрезмерный избыток изопарафина ведет к повышению экономических затрат на его регенерацию. Оптимальным оказался избыток, соответствующий мольному отношению изопарафин : олефин в исходной смеси от 4:1 до 6:1.

Температуру алкилирования выбирают такой, чтобы максимально подавлялись побочные реакции деструкции и полимеризации, но сохранялась достаточно высокая скорость процесса. При катализе серной кислотой проводят реакцию при 0 – 10 °С, а с безводным фторидом водорода при 20 – 30 °С под некоторым давлением. Алкилирование изобутана этиленом в присутствии $AlCl_3$ проводят под давлением при 50 – 60 °С.

Технология процесса. В промышленности алкилированию чаще всего подвергают изобутан и значительно реже изопентан. Из олефинов наибольшее применение как алкилирующие агенты нашли и-бутены (смесь 1- и 2-изомеров), которые с изобутаном дают алкилат, богатый углеводородами C_8 и часто называемый просто изооктаном. Нередко в качестве сырья берут бутан-бутеновую фракцию крекинг-газов, содержащую все необходимые реагенты и очищенную от бутадиена-1,3.

Реакционная масса представляет собой двухфазную систему, которую эмульгируют с помощью мешалок или питающих насосов. При использовании серной кислоты существенное значение имеет ее концентрация. Лучшие результаты получаются с 98 – 100 %-й кислотой, но она постепенно разбавляется влагой, присутствующей в исходных реагентах. Минимально допустимой считается концентрация 88 – 90 %. поэтому часть кислоты приходится все время отводить из системы и добавлять свежую. Расход серной кислоты составляет обычно 5 – 7 кг на 100 л алкилата. В самом реакторе объемное отношение кислоты и углеводородов составляет примерно 1 : 1 и даже доходит до 70 % (об.) кислоты. Избыточный катализатор отделяют от углеводородов в сепараторе и возвращают на реакцию.

Для процесса применяют аппараты двух типов, различающиеся способом отвода выделяющегося тепла: при помощи внутреннего охлаждения жидким аммиаком (или пропаном) или за счет испарения избыточного изобутана. В первом случае в алкиляторе, снабженном мощной мешалкой, имеются охлаждающие трубы, в которых теплоноситель

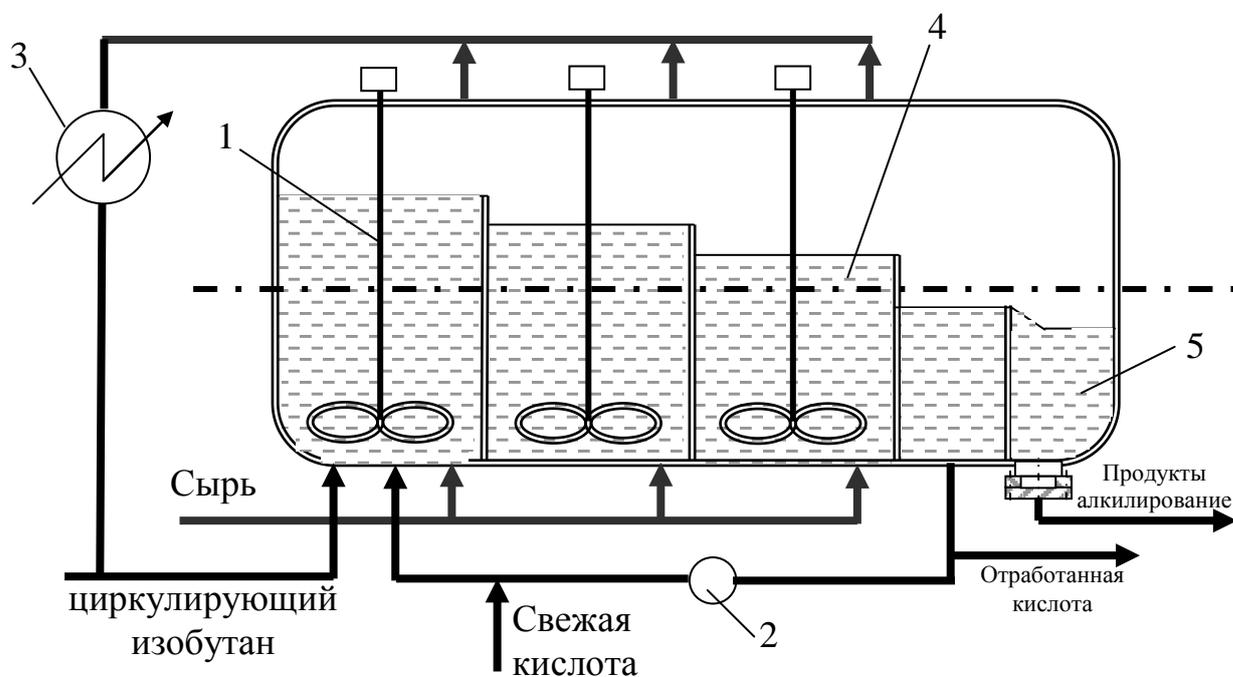
испаряется. Его пары направляют затем на холодильную установку, где они снова превращаются в жидкость.

Более эффективен метод теплоотвода за счет испарения избыточного изобутана, что облегчает регулирование температуры. Один из интересных типов алкилаторов, работающих по этому принципу, изображен на рис. 76 (аппарат 4). В нем реакционное пространство разделено перегородками на несколько секций с мешалками (каскады). Бутен подводится отдельно в каждую секцию, вследствие чего концентрация олефина в секциях очень мала, и это позволяет подавить побочную реакцию полимеризации. Серная кислота и изобутан поступают в первую секцию слева, и эмульсия перетекает через вертикальные перегородки из одной секции в другую. Вторая справа секция служит сепаратором, в котором кислота отделяется от углеводородов и возвращается на алкилирование. Через последнюю перегородку перетекает смесь углеводородов, поступающая на дальнейшую переработку.

Технологическая схема алкилирования изобутана м-бутеном представлена на рис. 1. В алкилатор 4 (в первую секцию слева) поступают жидкий изобутан, оборотная и свежая серная кислота; в каждую секцию подают жидкий w-бутен. За счет выделяющегося тепла часть избыточного изобутана испаряется; его пары попадают в емкость 2, служащую одновременно ресивером и сепаратором. Газ из этой емкости непрерывно забирается компрессором 1, сжимается до 0,6 МПа и при этом давлении конденсируется в водяном холодильнике 3. В дроссельном вентиле 5 давление снижается до рабочего (0,2 МПа), причем часть изобутана при дросселировании испаряется и разделяется в емкости 2. Оттуда жидкий изобутан снова направляется в алкилатор, завершая холодильный цикл. При непрерывной работе установки в изобутане накапливается пропан, образующийся в результате деструкции углеводородов и присутствующий в небольшом количестве в исходных углеводородных фракциях. Поэтому в изобутановый холодильный цикл включен депропанизатор - ректификационная колонна 6. В нее отводят часть циркулирующего

изобутана после холодильника 3, а изобутан, очищенный от пропана, возвращают после дросселирования в емкость 2.

Смесь, выходящая из последней секции алкилятора 4, содержит избыточный изобутан, октаны, углеводороды C5 - C7 и высшие. Ее подают в сепаратор 7 для отделения остатков серной кислоты. Кислоту возвращают в алкилятор, но часть ее отводят из системы и вместо нее подают свежую. Углеводородный слой из сепаратора 7 нейтрализуют 10%-м раствором щелочи в аппарате 8 и разделяют полученную эмульсию в сепараторе 9. Нейтрализованная смесь углеводородов направляется на отгонку избыточного изобутана в ректификационную колонну 10. Чтобы для конденсации изобутана можно было использовать дешевый хладагент — воду, в колонне поддерживают давление 0,6 МПа. В нее же подают свежую изобутановую фракцию. Часть изобутана возвращается на орошение колонны 10, а остальное количество после дросселирования поступает в емкость 2 и оттуда снова на реакцию. Таким образом совершается циркуляция изобутана. Из куба колонны 10 отбирают товарный алкилат.



2-рис. Горизонтальный реактор алкилирования:

1 – смеситель; 2 – насос; 3 – конденсатор; 4 – отстойник кислоты; 5 – аккумулятор алкилата.

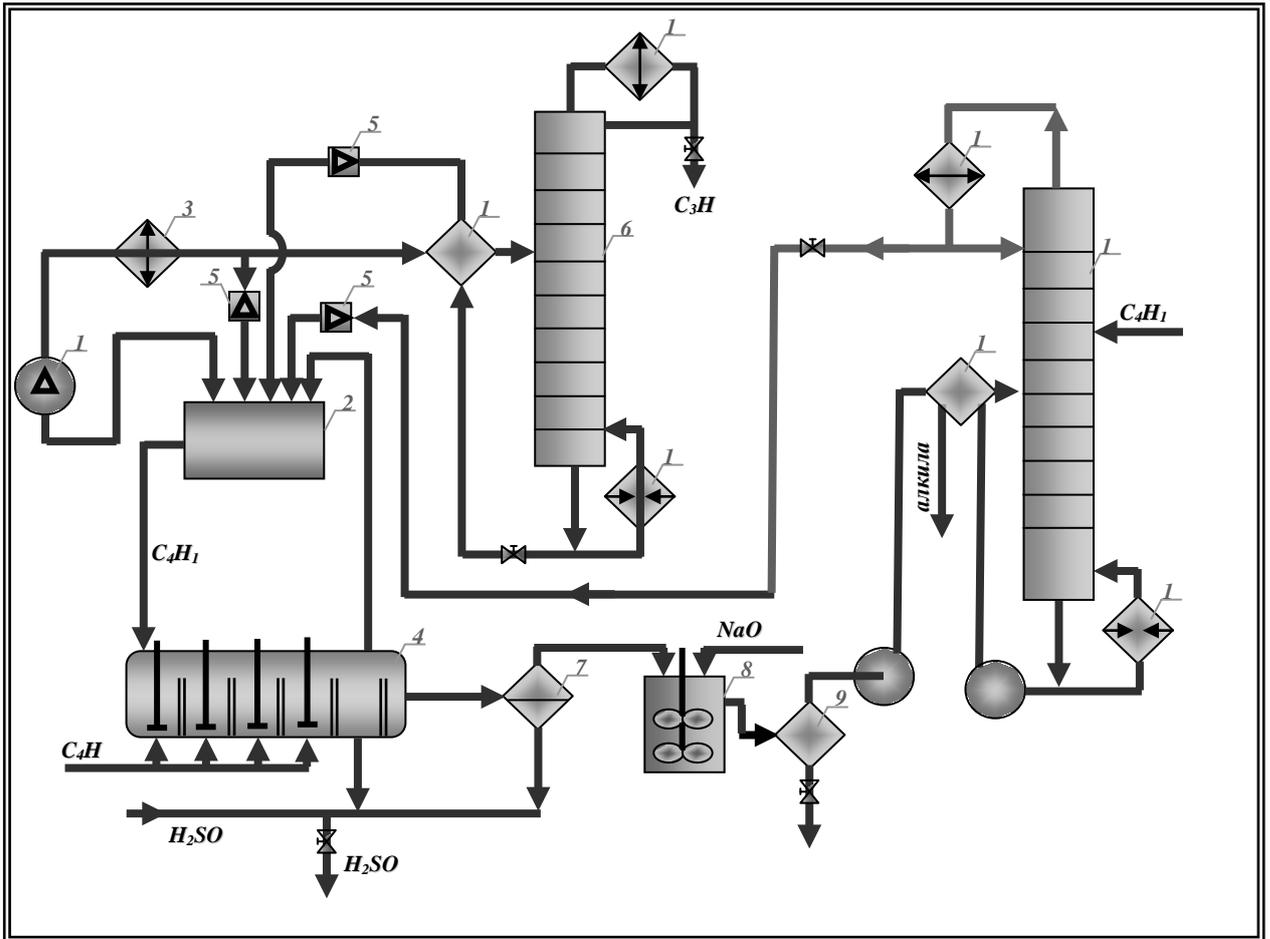


Рис.1. Технологическая схема алкилирования изобутана н-бутеном:
 1 – компрессор; 2 – емкость; 3 – конденсатор; 4 – реактор; 5 – дроссельные
 вентили; 6 – депропанизатор; 7, 9 – сепараторы, 8 – нейтрализатор; 10 –
 дебуганизатор; 11 – теплообменники; 12 – конденсаторы-дефлегматоры; 13 –
 кипятильники

МАТЕРИАЛЬНЫЙ РАСЧЕТ

Исходные данные:

годовая производительность установки по изооктану 400000

годовой фонд рабочего времени 8000 ч;

состав исходного реагентов (ф/, %): 100

массовое отношение изобутан:изобутилен = 1,0:1,0

температура процесса 50 – 70°C

давление 4 – 5 атм.

Химико-технологическая система по производству промышленных продукции состоит из совокупности подсистем, в каждой из которых реализуется физические, химические и физико-химические процессы, протекающие в различных аппаратах, объединенных в технологическую схему. Совокупность операций, позволяющих получить целевой продукт из исходного сырья, представляет собой химико-технологический процесс.

При разработке химико-технологических процессов проводятся разнообразные расчеты для количественной оценки протекающих операций, способов производства одной и той же продукции, подбора реакционных и других аппаратов, а также для определения оптимальных значений параметров технологического процесса. Во всех случаях при расчетах учитываются законы гидродинамики, тепло-, массопередачи и химической кинетики, поэтому расчеты материальных потоков обычно сочетаются с энергетическими расчетами, для этого составляют материальный и энергетический балансы.

Материальный расчет, наряду с тепловым, является основой технологических расчетов. Для любого аппарата, задействованного в химико-технологическом процессе, его части, либо совокупности аппаратов можно составить материальный и тепловой балансы. Расчеты производственного оборудования, коммуникаций производятся после определения материальных потоков сырья и продуктов синтеза, представленных в виде материального баланса процесса.

При оптимальных условиях данный продукт получают 75-80 % ным выходом. В качестве катализатора применяется, например, хлорид алюминия, в молярном соотношении 10:1, в количестве около 2 %, считая на изооктан.

Расчёты начинаем с определения часовой производительности:

$$\frac{400000 \cdot 1000}{8000} = 50000 \frac{\text{кг}}{\text{час}}$$

Учитывая производительности технологической линии

$$\frac{50000 \cdot 100}{80,0} = 62500 \frac{\text{кг}}{\text{час}}$$

Рассчитываем необходимое количество изобутана молекулярная масса которого равна 58 у.е.

$$\frac{62500 \cdot 58}{114,0} = 31798.2 \frac{\text{кг}}{\text{час}}$$

где 114 молекулярная масса изооктана.

Рассчитываем необходимое количество изобутилена, молекулярная масса которого равна 56 у.е.

$$\frac{62500 \cdot 56}{114,0} = 30701.8 \frac{\text{кг}}{\text{час}}$$

Из технологической части известно что катализатор используется в количестве 2 % считая на изооктан:

$$\frac{(30701.8 + 31798.2) \cdot 2}{100,0} = 1250.0 \text{кг}$$

Количество растворителя – бензола принимаем 1 : 1 по изооктан.

Вход		Выход	
Наименование продукта	Количество, кг/час	Наименование продукта	Количество, кг/час
Изобутан	31798.2	Изооктан	62500
Изобутилен	30701.8		
Катализатор	1250	Катализатор	1250
Сумме	63750.0	Сумме	63750.0

Тепловой баланс

Рассчитывают молярные теплоемкости компонентов продуктов сгорания при $T=600+273=873\text{ K}$. Средняя молярная теплоемкость продуктов сгорания:

$$(50,91 \cdot 78,09 + 39,31 \cdot 21,04 + 33,93 \cdot 0,87 + 31,61 \cdot 70,00) / 100 = 34,81 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{K})$$

или $34,81 / 22,4 = 1,554 \text{ кДж}/(\text{м}^3 \cdot \text{K})$.

Тепловой поток продуктов сгорания (поток 9):

$$Q_8 = 9,20 \cdot V_r \cdot 1,554 \cdot 600 = 8578,08 V_r \text{ кВт}.$$

Общий приход теплоты в печь составит:

$$Q_{\text{прих}} = 439,708 + 2313,247 + 29,64V_r + 29\,301,00V_r + 271,96V_r =$$
$$= 2752,955 + 29602,60V_r \text{ кВт}.$$

Принимают, что теплотопотери в окружающую среду составляют 5% от общего прихода теплоты:

$$Q_{\text{пот}} = 0,05(2752,955 + 29602,60V_r) = 137,648 + 1480,13V_r \text{ кВт}.$$

Общий расход теплоты составит:

$$Q_{\text{расх}} = 4687,760 + 8769,830 + 8578,08V_r + 137,648 + 1480,13V_r =$$
$$= 13595,238 + 10058,210V_r \text{ кВт}.$$

Расход топливного газа определяют из уравнения теплового баланса печи:

$$2752,955 + 29602,59V_r = 13595,238 + 10058,21V_r.$$

$$V_r = (13595,238 - 2752,955) / (29602,60 - 10058,21) = 0,55475 \text{ м}^3/\text{с}$$

или $0,55475 \cdot 3600 = 1997 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Уточняют статьи теплового баланса:

$$Q_3 = 29,64 \cdot 0,55475 = 16,443 \text{ кВт};$$

$$Q_4 = 29301 \cdot 0,55475 = 16254,730 \text{ кВт};$$

$$Q_5 = 271,96 \cdot 0,55475 = 150,870 \text{ кВт};$$

$$Q_8 = 8578,08 \cdot 0,55475 = 4758,690 \text{ кВт}.$$

Составляют тепловой баланс трубчатой печи. Теплотопотери уточняют по уравнению теплового баланса печи.

Расход сухого воздуха в горелки печи:

$$8,08 \cdot 1997 = 16136 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Количество продуктов сгорания топливного газа:

$$9,20 \cdot 1997 = 18372 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Для выполнения дальнейшего расчета печи определяют тепловой поток парогазовой смеси на входе в радиантную камеру при $T=620+273=893 \text{ К}$.

Таблица

Тепловой баланс трубчатой печи

Приход	кВт	%	Расход	кВт	%
Тепловой поток изобутан-изобутиленовой фракции	439,708	2,229	Теплота, расходуемая на осуществление алкилирование	4687,760	24,45
Тепловой поток перегретого пара	2313,247	12,06	Тепловой поток отходящих газов	8769,830	45,73
Тепловой поток топливного газа	16,443	0,08	Теплопотери в окружающую среду	4758,690	24,82
Тепловой поток сгорания топливного газа	16254,730	84,78		958,718	5,00
Тепловой поток воздуха	150,870	0,79			
Всего	19174,998	100,00	Всего	19174,998	100,00

МЕХАНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ РЕАКТОРА

Определение среднего мольного состава суспензии в верхней и нижней частях реактора:

а) в верхней части реактора:

$$X_{vr} = \frac{X_F + X_D}{2}$$

б) в нижней части реактора:

$$X_{nr} = \frac{X_F + X_w}{2}$$

Определение среднего мольного состава пара в верхней и нижней частях реактора:

а) в верхней части реактора:

$$Y_{vr} = \frac{Y_F + Y_D}{2}$$

б) в нижней части реактора:

$$Y_{nr} = \frac{Y_F + Y_w}{2}$$

Средние молярные массы суспензии в верхней и нижней частях реактора :

а) в верхней части реактора:

$$M_A = M_{A1} \cdot X_{vrA} + M_O(1 - X_{vrA})$$

б) в нижней части реактора:

$$M_I = M_{A1} \cdot X_{nrA} + M_O(1 - X_{nrA})$$

Определение средних молярных масс пара в верхней и нижней частях реактора: а) в верхней части реактора:

$$M'_A = M_A \cdot Y_{vrA} + M_O(1 - Y_{vrA})$$

б) в нижней части реактора:

$$M'_I = M_A \cdot Y_{nrA} + M_O(1 - Y_{nrA})$$

Определение средней плотности пара в верхней и нижней частях реактора:

$$\rho_{y,A} = \frac{M'_A \cdot T_O}{22,4} = \frac{M'_A \cdot 273}{22,4 \cdot (273 + t_{vrA})}$$

$$\rho_{y,I} = \frac{M'_I \cdot T_0}{22,4} = \frac{M'_I \cdot 273}{22,4 \cdot (273 + t_{vrl})}$$

Средняя плотность пара в реакторе:

$$\rho_{y,I} = \frac{M'_I \cdot T_0}{22,4} = \frac{M'_I \cdot 273}{22,4 \cdot (273 + t_{vrl})}$$

$$\rho_{y,I} = \frac{(\rho_{y,A'} + \rho_{y,f})}{2}$$

Средняя плотность суспензии в реакторе:

$$\rho_{AE} = \frac{(\rho_{A'} + \rho_O)}{2}$$

Определение средней плотности суспензии в верхней и нижней частях реактора:

$$\rho_{XB} = \rho_B \cdot X_{srB} + \rho_T \cdot (1 - X_{srB})$$

$$\rho_{XH} = \rho_B \cdot X_{srH} + \rho_T \cdot (1 - X_{srH})$$

Определение мольной массы исходной смеси и дистиллята:

$$M_F = M_A \cdot X_F + M_O \cdot (1 - X_F)$$

$$M_D = M_A \cdot X_D + M_O \cdot (1 - X_D)$$

Расчет средних массовых расходов по суспензии для верхней и нижней частей реактора:

$$L_B = D \cdot R \cdot \frac{M_B}{M_D}$$

$$L_H = \left(D \cdot R \cdot \frac{M_H}{M_D} \right) + \left(F \cdot \frac{M_H}{M_F} \right)$$

Расчет средних массовых расходов пара для верхней и нижней частей реактора:

$$G_B = D \cdot (R + 1) \cdot \frac{M'_B}{M_D}$$

$$G_H = D \cdot (R + 1) \cdot \frac{M'_H}{M_D}$$

Расчет рабочей скорости пара в верхней и нижней частях реактора по уравнению:

а) в верхней части реактора:

$$\omega_A = N \cdot \sqrt{\frac{\rho_{AB}}{\rho_{yA}}}$$

б) в нижней части реактора:

$$\omega_I = N \cdot \sqrt{\frac{\rho_{AB}}{\rho_{yI}}}$$

где C – коэффициент, зависящий от конструкции тарелок, расстояния между тарелками, рабочего давления в реакторе, нагрузки реактора по суспензии.

Диаметр реактора определяется по уравнению:

а) в верхней части реактора:

$$D_A = \sqrt{\frac{4 \cdot G_A}{\pi \cdot \omega_A \cdot \rho_{y,A}}}$$

б) в нижней части реактора:

$$D_I = \sqrt{\frac{4 \cdot G_I}{\pi \cdot \omega_I \cdot \rho_{y,I}}}$$

Скорость пара в реакторе при стандартном диаметре:

а) в верхней части реактора:

$$\omega_A = \frac{4 \cdot G_A}{\rho_{y,A} \cdot \pi \cdot D_{no}^2}$$

б) в нижней части реактора:

$$\omega_I = \frac{4 \cdot G_I}{\rho_{y,I} \cdot \pi \cdot D_{no}^2}$$

Средняя скорость пара рассчитывается по формуле:

$$\omega_{cc} = \frac{(\omega_A + \omega_I)}{2}$$

Гидравлическое сопротивление суспензии:

$$\Delta P = \Delta P_{\sigma} + \Delta P_{pod} + \Delta P_v$$

Гидравлическое сопротивление сухой суспензии в верхней и нижней частях реактора : а) в верхней части реактора:

$$\Delta P_{сх.В} = \frac{\xi \cdot \omega_o^2 \cdot \rho_{y,B}}{2}$$

б) в нижней части реактора:

$$\Delta P_{\text{сх.Н}} = \frac{\xi \cdot \omega_o^2 \cdot \rho_{\text{в.Н}}}{2},$$

где ξ – коэффициент сопротивления, числовое значение которого можно принимать равным от 1.1 до 2.0;

ω_o – скорость пара в отверстиях площадь соприкосновения в $\frac{i}{n}$.

Сопротивление, обусловленное силами поверхностного натяжения:

$$\Delta P_{\sigma} = \frac{4 \cdot \sigma}{d_o}$$

Где σ – поверхностное натяжение в $\frac{I}{i}$;

d_o – диаметр отверстий площадь соприкосновения в i .

Объемный расход суспензии в верхней и нижней частях реактора:

а) в верхней части реактора:

$$V_{\text{AE,A}} = \frac{D \cdot R \cdot M_A}{3600 \cdot \rho_{\text{AE}} \cdot M_D}$$

б) в нижней части реактора:

$$V_{\text{AE,I}} = \left(\frac{D \cdot R}{M_D} + \frac{F}{M_F} \right) \cdot \frac{M_H}{3600 \cdot \rho_{\text{AE}}}$$

Высота слоя над сливной перегородкой в верхней и нижней частях реактора:

а) в верхней части реактора:

$$\Delta h_B = \left(\frac{V_{\text{Ж,В}}}{1,85 \cdot L_C \cdot k} \right)^{\frac{2}{3}}$$

б) в нижней части реактора:

$$\Delta h_H = \left(\frac{V_{\text{Ж,Н}}}{1,85 \cdot L_C \cdot k} \right)^{\frac{2}{3}},$$

Где L_c – периметр слива;

$k = \frac{\rho_{\text{пг}}}{\rho_g}$ – отношение парожидкостного слоя к плотности суспензии,

принимается равным 0,5.

Высота парожидкостного слоя на тарелке в верхней и нижней частях реактора:

а) в верхней части реактора:

$$h_{ng,B} = h_{per} + \Delta h_B$$

б) в нижней части реактора:

$$h_{ng,H} = h_{per} + \Delta h_H,$$

где h_{per} – высота переливного порога

Сопротивление парожидкостного слоя на тарелке в верхней и нижней частях реактора :

а) в верхней части реактора:

$$\Delta P_{ia,A} = 1,3 \cdot h_{ia,A} \cdot 0,5 \cdot \rho_{AE} \cdot g \cdot k$$

б) в нижней части реактора:

$$\Delta P_{ia,I} = 1,3 \cdot h_{ia,I} \cdot 0,5 \cdot \rho_{AE} \cdot g \cdot k$$

Эффективность площадь соприкосновения по Мэрфи:

$$E_{my}' = \frac{E_{my}'}{1 + e \cdot \lambda \frac{E_{my}'}{[m(1-\theta)]}}$$

$$E_{my}'' = \frac{E_{my}''}{1 + e \cdot \lambda \frac{E_{my}''}{[m(1-\theta)]}}$$

$$E_{my}'' = \frac{E_y}{B} \cdot \left[\left(1 + \frac{B}{S} \right)^S - 1 \right]$$

$$B = \frac{\lambda \cdot (E_y)}{1 - \theta}$$

где E_y – локальная эффективность по пару;

e – межтарельчатый унос суспензии;

θ – доля байпасирующей суспензии;

S – число ячеек полного перемешивания;

m – коэффициент распределения компонента по фазам в условиях равновесия;

$\lambda = m(R+1)R$ – фактор массопередачи для укрепляющей части;

$\lambda = m(R+1)/(R+f)$ – фактор массопередачи для исчерпывающей части.

Локальная эффективность по пару:

$$E_y = 1 - e^{-n_{oy}}$$

где $n_{oy} = \frac{K_{yf} \cdot M'}{(\omega_r \cdot \rho_y)}$ – число единиц переноса по паровой фазе на тарелке

$\omega_T = \frac{\omega_{cp} \cdot 0,785 \cdot Dct}{S_T}$ – скорость пара в рабочем сечении площадь

соприкосновения;

S_T – рабочее сечение площадь соприкосновения

$K_{yf} = \frac{1}{\frac{1}{\beta_{yf}} + \frac{m}{\beta_{xf}}}$ – коэффициент массопередачи

β_{xf}, β_{yf} – коэффициенты массоотдачи, отнесенные к единице рабочей площади площадь соприкосновения для жидкой и паровой фаз

$$\beta_{xf} = 6,24 \cdot 10^5 \cdot (D_x)^{0,5} \cdot \left(\frac{U}{1-\xi} \right)^{0,5} \cdot h_0 \cdot \left(\frac{\mu_y}{\mu_x + \mu_y} \right)^{0,5}$$

$$\beta_{yf} = 6,24 \cdot 10^5 \cdot F_C \cdot (D_x)^{0,5} \cdot \left(\frac{\omega_T}{\xi} \right)^{0,5} \cdot h_0 \cdot \left(\frac{\mu_y}{\mu_x + \mu_y} \right)^{0,5}$$

Критерий Фруда:

а) в верхней части реактора:

$$F_{rA} = \frac{\omega_T^2}{g \cdot h_{0A}}$$

б) в нижней части реактора:

$$F_{rI} = \frac{\omega_T^2}{g \cdot h_{0I}}$$

Паросодержание барботажного слоя:

а) в верхней части реактора:

$$\xi_A = \frac{\sqrt{F_{rA}}}{(1 + \sqrt{F_{rA}})}$$

б) в нижней части реактора:

$$\xi_I = \frac{\sqrt{F_{rf}}}{(1 + \sqrt{F_{rl}})}$$

Высота светлого слоя суспензии:

$$h_0 = 0,787 \cdot q^{0,21} \cdot h_{per}^{0,56} \cdot \omega_T^m \cdot [1 - 0,31 \cdot \exp(-0,11 \cdot \mu_x)] \cdot \left(\frac{\sigma_x}{\sigma_B} \right)^{0,09}$$

Удельный расход суспензии на 1 м ширины переливной перегородки для верхней и нижней частей реактора:

а) в верхней части реактора:

$$q_A = \frac{L_A}{(\rho_{AE} \cdot b)}$$

б) в нижней части реактора:

$$q_I = \frac{L_I}{(\rho_{AE} \cdot b)},$$

Где b – ширина переливного порога

Коэффициент диффузии в суспензии при средней температуре в верхней и нижней частях реактора:

а) в верхней части реактора:

$$D_{x,A} = D_{X,A}^{20} \cdot (1 + b_A \cdot (t_{nad} A - 20))$$

б) в нижней части реактора:

$$D_{x,I} = D_{X,I}^{20} \cdot (1 + b_A \cdot (t_{nadI} - 20))$$

Коэффициент диффузии в суспензии при температуре $t=20^\circ\text{C}$ в верхней и нижней частях реактора:

а) в верхней части реактора:

$$D_{X,A}^{20} = \frac{10^{-6} \cdot \sqrt{\frac{1}{M_B} + \frac{1}{M_T}}}{A \cdot B \cdot \left(M_B^{\frac{1}{3}} + M_T^{\frac{1}{3}} \right)^2 \cdot \sqrt{\mu_B}}$$

б) в нижней части реактора:

$$D_{X,H}^{20} = \frac{10^{-6} \cdot \sqrt{\frac{1}{M_B} + \frac{1}{M_T}}}{A \cdot B \cdot \left(m_B^{\frac{1}{3}} + m_T^{\frac{1}{3}} \right)^2 \cdot \sqrt{\mu_H}}$$

v_B, v_T – мольные объемы бензола и толуола, $A=B=1$ – коэффициенты.

Вязкость суспензии при $t=20^\circ\text{C}$ в верхней и нижней частях реактора:

а) в верхней части реактора:

$$\mu_{X,I}^{20} = \mu_A^{20} \cdot X_{poA} + \mu_O^{20} \cdot (1 - X_{poA})$$

б) в нижней части реактора:

$$\mu_{X,I}^{20} = \mu_I^{20} \cdot X_{poI} + \mu_O^{20} \cdot (1 - X_{poI})$$

Температурный коэффициент b для верхней и нижней частей реактора:

а) в верхней части реактора:

$$b_A = \frac{0,2 \cdot \sqrt{\mu_{X,A}}}{\sqrt[3]{\rho_{X,A}}}$$

б) в нижней части реактора:

$$b_I = \frac{0,2 \cdot \sqrt{\mu_{X,I}}}{\sqrt[3]{\rho_{X,I}}}$$

Коэффициент диффузии в паровой фазе при средней температуре в верхней и нижней частях реактора:

а) в верхней части реактора:

$$D_{Y,A} = \frac{4,22 \cdot 10^{-2} \cdot T_{po,A}^{\frac{3}{2}}}{P \cdot \left(V_A^{\frac{1}{3}} + V_O^{\frac{1}{3}} \right)^2} \cdot \sqrt{\frac{1}{I_O} + \frac{1}{I_A}}$$

б) в нижней части реактора:

$$D_{Y,I} = \frac{4,22 \cdot 10^{-2} \cdot T_{po,I}^{\frac{3}{2}}}{P \cdot \left(V_I^{\frac{1}{3}} + V_O^{\frac{1}{3}} \right)^2} \cdot \sqrt{\frac{1}{I_O} + \frac{1}{I_I}}$$

где P – давление в реакторе

Плотность орошения для верхней и нижней частей реактора:

а) в верхней части реактора:

$$U_A = \frac{L_A}{(\rho_{AE} \cdot S)}$$

б) в нижней части реактора:

$$U_I = \frac{L_I}{(\rho_{AE} \cdot S)}$$

где S – число ячеек полного перемешивания. При $D_{cm}=1.8$ м и $b=0.289$ м принимаем, что 1 ячейка перемешивания соответствует длине пути суспензии $l_0=300-400$ мм. Пусть $l_0=350$ мм, тогда длина пути суспензии:

$$l = \sqrt{D_{po}^2 - b^2} = \sqrt{1,8^2 - 0,289^2} = 1,77 \rightarrow S = \frac{l}{l_0} = \frac{1,77}{0,35} = 5$$

Разделяемая смесь: жидкой фазы ($X_F=0,40$). Нагрузка реактора по сырью – 10 т/час. Содержание низкокипящего компонента в дистилляте ($X_D=0,97$), в кубовом остатке ($X_W=0,029$).

Питание:

$$X_F = \frac{\frac{40}{78}}{\frac{40}{78} + \frac{60}{92}} = 0,44$$

Дистиллят:

$$X_D = \frac{\frac{97}{78}}{\frac{97}{78} + \frac{3}{92}} = 0,97$$

Кубовый остаток:

$$X_F = \frac{\frac{2,9}{78}}{\frac{2,9}{78} + \frac{97,1}{92}} = 0,03$$

По диаграмме $Y^* - x$ находим Y_F^* при $x_F=0,44$: $Y_F^*=0,66$.

По формуле определим минимальное флегмовое число:

$$R_{\min} = \frac{0,97 - 0,66}{0,66 - 0,44} = 1,41$$

Далее, задав различные значения коэффициента избытка флегмы Z , определим флегмовые числа. Затем рассчитаем b (длина отрезка, отсекаемого на оси ординат верхней рабочей линией). Графическим построением

определим число ступеней изменения концентраций для каждого флегмового числа.

Расчет рабочего флегмового числа возможен также с применением эмпирической зависимости

$$R = 1,3 \cdot 1,41 + 0,3 = 2,13$$

Рассчитаем уравнение рабочей линии верхней части реактора по формуле при $X_D=0.97$; $R=2.12$:

$$Y = 0,68 \cdot x = 0,311$$

$$X_0 = Y_1 = X_D = 0,970$$

$$\frac{1-0,922}{1-0,823} = \frac{1-0,970}{1-X_1} \Rightarrow \frac{0,078}{0,177} = \frac{0,030}{X_1} \Rightarrow X_1 = 0,936$$

$$b_2 = 0,68 \cdot 0,936 + 0,311 = 0,947$$

1) $Y_2 = 0,947$

$$\frac{1-0,872}{1-0,823} = \frac{1-0,970}{1-X_2} \Rightarrow \frac{0,087}{0,177} = \frac{0,053}{1-X_2} \Rightarrow X_2 = 0,885$$

$$b_3 = 0,68 \cdot 0,885 + 0,311 = 0,913$$

2) $y_3=0,913$

$$\frac{0,922-0,830}{0,823-0,659} = \frac{0,922-0,913}{0,823-X_3} \Rightarrow \frac{0,092}{0,164} = \frac{0,009}{0,823-X_3} \Rightarrow X_3 = 0,812$$

$$b_4 = 0,68 \cdot 0,812 + 0,311 = 0,863$$

3) $y_4=0,863$

$$\frac{0,922-0,830}{0,823-0,659} = \frac{0,922-0,913}{0,823-X_4} \Rightarrow \frac{0,092}{0,164} = \frac{0,059}{0,823-X_4} \Rightarrow X_4 = 0,714$$

$$b_5 = 0,68 \cdot 0,714 + 0,311 = 0,797$$

4) $y_5=0,797$

$$\frac{0,830-0,720}{0,659-0,508} = \frac{0,830-0,797}{0,659-X_5} \Rightarrow \frac{0,110}{0,151} = \frac{0,033}{0,659-X_5} \Rightarrow X_5 = 0,614$$

$$b_6 = 0,68 \cdot 0,614 + 0,311 = 0,729$$

5) $y_6=0,729$

$$\frac{0,830-0,720}{0,659-0,508} = \frac{0,830-0,729}{0,659-X_6} \Rightarrow \frac{0,110}{0,151} = \frac{0,101}{0,659-X_6} \Rightarrow X_6 = 0,523$$

$$b_7 = 0,68 \cdot 0,523 + 0,311 = 0,667$$

$$б) y_7 = 0,667$$

$$\frac{0,720 - 0,596}{0,508 - 0,376} = \frac{0,720 - 0,667}{0,508 - X_7} \Rightarrow \frac{0,124}{0,132} = \frac{0,053}{0,508 - X_7} \Rightarrow X_7 = 0,452$$

$$b_8 = 0,68 \cdot 0,452 + 0,311 = 0,618$$

Уравнение рабочей линии нижней части реактора определим по формуле при $X_w = 0,03$; $R = 2,12$; $F = 10$ м/час; $D = 3,94$ м/час:

$$Y = 1,49 \cdot x - 0,015$$

$$1) y_8 = 0,618$$

$$\frac{0,720 - 0,596}{0,508 - 0,376} = \frac{0,720 - 0,618}{0,508 - X_8} \Rightarrow \frac{0,124}{0,132} = \frac{0,102}{0,508 - X_8} \Rightarrow X_8 = 0,403$$

$$Y_9 = 1,49 \cdot 0,403 - 0,015 = 0,585$$

$$2) y_9 = 0,585$$

$$\frac{0,596 - 0,453}{0,376 - 0,256} = \frac{0,596 - 0,585}{0,376 - X_9} \Rightarrow \frac{0,143}{0,120} = \frac{0,011}{0,376 - X_9} \Rightarrow X_9 = 0,371$$

$$Y_9 = 1,49 \cdot 0,371 - 0,015 = 0,538$$

$$3) y_{10} = 0,538$$

$$\frac{0,596 - 0,453}{0,376 - 0,256} = \frac{0,596 - 0,528}{0,376 - X_{10}} \Rightarrow \frac{0,143}{0,120} = \frac{0,059}{0,376 - X_{10}} \Rightarrow X_{10} = 0,329$$

$$Y_{11} = 1,49 \cdot 0,329 - 0,015 = 0,475$$

$$4) y_{11} = 0,475$$

$$\frac{0,596 - 0,453}{0,376 - 0,256} = \frac{0,596 - 0,475}{0,376 - X_{11}} \Rightarrow \frac{0,143}{0,120} = \frac{0,121}{0,376 - X_{11}} \Rightarrow X_{11} = 0,273$$

$$Y_{12} = 1,49 \cdot 0,273 - 0,015 = 0,392$$

$$5) y_{12} = 0,392$$

$$\frac{0,453 - 0,304}{0,256 - 0,155} = \frac{0,453 - 0,392}{0,256 - X_{12}} \Rightarrow \frac{0,143}{0,101} = \frac{0,061}{0,256 - X_{12}} \Rightarrow X_{12} = 0,215$$

$$Y_{11} = 1,49 \cdot 0,215 - 0,015 = 0,305$$

$$б) y_{13} = 0,305$$

$$\frac{0,453 - 0,304}{0,256 - 0,155} = \frac{0,453 - 0,305}{0,256 - X_{13}} \Rightarrow \frac{0,149}{0,101} = \frac{0,148}{0,256 - X_{13}} \Rightarrow X_{13} = 0,154$$

$$Y_{14} = 1,49 \cdot 0,154 - 0,015 = 0,214$$

$$7) y_{14} = 0,214$$

$$\frac{0,304 - 0,128}{0,155 - 0,058} = \frac{0,304 - 0,214}{0,256 - X_{14}} \Rightarrow \frac{0,176}{0,097} = \frac{0,090}{0,155 - X_{14}} \Rightarrow X_{14} = 0,102$$

$$Y_{15} = 1,49 \cdot 0,102 - 0,015 = 0,137$$

$$8) y_{15} = 0,137$$

$$\frac{0,304 - 0,128}{0,155 - 0,058} = \frac{0,304 - 0,214}{0,155 - X_{15}} \Rightarrow \frac{0,176}{0,097} = \frac{0,167}{0,155 - X_{15}} \Rightarrow X_{15} = 0,063$$

$$Y_{16} = 1,49 \cdot 0,063 - 0,015 = 0,079$$

$$9) y_{16} = 0,079$$

$$\frac{0,128 - 0}{0,058 - 0} = \frac{0,128 - 0,079}{0,058 - X_{16}} \Rightarrow \frac{0,28}{0,058} = \frac{0,049}{0,058 - X_{16}} \Rightarrow X_{16} = 0,031$$

На практике данный алгоритм часто выполняют графически, строя ступенчатую линию между кривой равновесия и рабочей линией.

Охрана окружающей среды

Химическая промышленность - вторая после электронной" ведущая отрасль индустрии, которая наиболее быстро обеспечивает внедрение достижений научно-технического прогресса во все сферы хозяйства и способствует ускорению развития производительных сил в каждой стране. Особенность современной химической промышленности - ориентация главных наукоемких производств (фармацевтического, полимерных материалов, реагентов и особо чистых веществ), а также продукции парфюмерно-косметической, бытовой химии и т.д. на обеспечение повседневных нужд человека и его здоровья.

Развитие химической промышленности обусловило процесс химизации народного хозяйства. Он предполагает повсеместное широкое использование продукции отрасли, всемерное внедрение химических процессов в разные отрасли хозяйства. Такие отрасли промышленности, как нефтепереработка, тепловая энергетика (кроме АЭС), целлюлозно-бумажная, черная и цветная металлургия, получение строительных материалов (цемент, кирпич и т.д.), а также многие производства пищевой промышленности основаны на использовании химических процессов изменения структур исходного вещества. При этом они зачастую нуждаются в продукции самой химической промышленности, т.е. тем самым стимулируют ее ускоренное развитие.

Особенность химической промышленности - очень широкая, разнообразная по составу сырьевая база. Она включает горнохимическую промышленность (добычу серы, фосфоритов, калийных солей, поваренной соли и т.д.). Ее обычно в большинстве стран мира (кроме России) относят к добывающей. Важнейшими поставщиками сырья являются также отрасли, которые не входят в состав самой химической промышленности (нефтехимическая, коксохимическая, газохимическая, лесохимическая, сланцехимическая). Они поставляют не только сырье (чаще всего углеводородное, серу и т.д.), но и полупродукты (серную кислоту, спирты и т.д.). Важнейший результат НТП во второй половине XX в. - повсеместный и

широкий переход химической промышленности на использование продуктов переработки нефти, попутного и природного газа: из них получают подавляющую часть продукции отрасли.

Специфические особенности химической промышленности, влияющие на ее размещение, следующие:

- очень высокая энергоемкость (в первую очередь теплоемкость) в отраслях, связанных со структурной перестройкой вещества (получение полимерных материалов, продукция органического синтеза, электрохимические процессы и др.);
- высокая водоемкость производств (охлаждение агрегатов, технологические процессы);
- невысокая трудоемкость большинства производств отрасли;
- очень высокая капиталоемкость;
- большие объемы используемого сырья и многих видов готовой продукции;
- экологические проблемы, обусловленные производством и потреблением ряда химических продуктов.

С химизацией народного хозяйства связаны многие экологические проблемы. Широкое внедрение химических процессов в разных отраслях хозяйства обуславливает большое количество выбросов в атмосферу, стоков и отходов, опасных для природной среды. Источниками их, в первую очередь, являются тепловые электростанции, металлургические предприятия, автомобильный транспорт. Сама химическая промышленность в целом дает выбросов и стоков существенно меньше. Только в центрах большой концентрации химических предприятий, особенно в городах, роль химических отходов увеличивается в опасных концентрациях.

Гораздо большую опасность представляет бесконтрольное использование или неправильное применение многих продуктов химической промышленности как в производственной сфере, так и в быту. Это обусловлено низкой экологической грамотностью населения и недостатком

специальных мероприятий по охране среды. Области таких нарушений, использование химикатов не по назначению обширны - несанкционированный прием антибиотиков, применение гормонов роста животных, химических средств защиты растений (их вырабатывают в мире 6 млн т, т.е. по 1 кг на каждого жителя планеты). Очень велики отходы полимерных материалов. В США ежегодно идет в отходы 18 млрд. бутылей из пластмасс; в Бельгии на душу населения вырабатывается 300 кг пластмасс, значительная часть которых также в виде тары идет в отходы.

Уже в первой половине XX в. в химической промышленности стали формироваться крупные международные объединения, превратившиеся в современные ТНК. Начало многим из них положили крупные химические фирмы, возникшие еще в конце XIX в. Самые крупные из них сложились в США: «Дюпон» самая большая по продажам «Доу Кемикл», а также в Западной Европе: «БАСФ», «Байер», «Хехст» (ФРГ), «ИКИ» (Великобритания). Все они создали десятки филиалов и предприятий во многих странах. Часть ТНК имеют узкую специализацию, например, «Мишлен» в резинотехническом производстве или чаще в фармацевтической и других отраслях. Эти ТНК контролируют рынки сбыта аналогичной продукции в своих странах и за рубежом.

Химическая промышленность отличается многообразием выпускаемой продукции, применяемых технологий и видами сырья. Это предопределило получение широкого спектра техногенных выбросов, многие из которых отличаются высокой токсичностью.

Из-за разнообразия технологических процессов химическая промышленность является одной из самых трудных для выработки общей стратегии уменьшения объемов выбросов. Некоторые выбросы образуются в больших количествах и определяют экологическую обстановку в регионе.

Решение экологических проблем в отрасли осложнено эксплуатацией значительного числа морально и физически устаревшего оборудования.

Между тем химическую промышленность характеризует высокий уровень очистки вредных веществ. Более 90 % техногенных выбросов, образующихся в отрасли, проходят стадии очистки. Значительная часть процессов организована по замкнутым циклам и малоотходным технологиям.

Из общего объема техногенных выбросов на долю твердых отходов приходится 13,4 %. Жидкие и газообразные выбросы составляют 86,6 %.

Структура газообразных выбросов определяется следующими цифрами, % общего объема отходящих газов:

- диоксид углерода - 32,6;
- летучие органические соединения - 24,4;
- диоксид серы - 19,3;
- оксиды азота - 8,8;
- углеводороды - 4,8.

Необходимо отметить, что объем выбросов диоксида серы, оксидов азота и оксидов углерода в значительной степени обусловлен работой ТЭС и котельных, расположенных на территории химических предприятий.

Из общего количества отходов, которые образуются в химической и нефтехимической промышленности, около 30 % используются как вторичное сырье или находят применение в других отраслях промышленности, 20% уничтожаются или сжигаются, остальные складываются на свалках или промышленных полигонах.

В производстве уксусного альдегида в атмосферу выбрасываются отходящие газы содержащие в своем составе монооксид- и диоксидуглерода а также следы кетена, ацетона, ацетальдегида, уксусной кислоты. Для очистки данных газов используется адсорбционный метод. Для доказательства данного способа очистки используем следующие расчеты:

$$H = 28 \text{ м}; D = 3,8 \text{ м}; t = 23-40,0^\circ\text{C}, v = 19 \text{ м/с}$$

$$\text{ПДКСО}_2 = 20 \text{ мг/м}^3; \text{ПДК РГ} = 0,02 \text{ мг/м}^3$$

$$V = \frac{\pi D^2}{4} \cdot w$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 1,5^2}{4} \cdot 15 = 26,4 \frac{м^2}{с\text{оат}} = 0,007 \frac{м^3}{сек}$$

$$ЧМЧ_{CO_2} = \frac{ЧММ \cdot H^2 \cdot \sqrt[3]{V \cdot \Delta T}}{A \cdot F \cdot m \cdot n} = \frac{5 \cdot 30^2 \cdot \sqrt[3]{0,007 \cdot 330}}{200} = \frac{4500 \cdot \sqrt[3]{2,419}}{200} = 131,6 \text{мг} / м^3$$

$$ЧМЧ_{CO} = \frac{0,085 \cdot 900 \cdot \sqrt[3]{2,419}}{200} = \frac{102,51}{200} = 0,512 \text{мг} / м^3$$

$$ЧМЧ_{\text{заррачалар}} = \frac{1,0 \cdot 900 \cdot \sqrt[3]{2,419}}{200} = \frac{1206,0}{200} = 6,03 \text{мг} / м^3$$

Данные расчеты доказывают необходимость использования адсорбционной очистки.

Газопылевая смесь выбрасываемая в атмосферу

1-таблица

Источник	Состав	Количество		Количество для очистки	ЧМЧ, мг/м ³	Метод очистки	Рекуперация
		Газообразном состоянии м ³ /час	Пыль, м ³ /час				
Пиролизная печь	Ацетальдегид	1,05	-	1,05	7,3	Абсорбция	Для сжигания
Сепаратор	СО ₂ и СО	1,78	-	1,78	79,9	Абсорбция	
Десорберлар	С ₂ Н ₂ О	6,09	-	6,09	9,1	Абсорбция	

Норма использования воды

2-таблица

Источник вода	Норма использования		Объем оборотной воды, м ³ /час	Экономия воды, %
	По проекту	В натуре		
Центральный водоисточник ОАО «Навоиазот»	3900	3900	3500	89,2

Очитка оборотной воды

3-таблица

Оборотная вода	Состав оборотной вода	Объем воды, м ³ /с		Способ очистки	Очистная установка	Использования
		Не очищаемая	Очищаемая			
Народное потребление	Механические примеси	-	4200	Фильтрация	Фильтр	Для технологических целей
	Органические примеси	-	4200	Биологическая	Биологический бассейн	Для технологических целей

В производстве уксусного ангидрида твердые отходы не образуются

Как уже отмечалось, отличительной особенностью химической промышленности является образование высокотоксичных выбросов. Из общего количества твердых отходов, ежегодно образующихся на предприятиях химической промышленности, около (0,9 - 1,0) % относятся к 1-му классу опасности, (1,8 - 2,0) % - к 2-му, (22,3 - 22,5) % - к 3-му, остальные (74 - 75)% - к 4-му классу опасности.

К 1-му классу опасности отнесены шламы Новотроицкого завода хромовых соединений (г. Новотроицк) и АО «Хромпик» (г. Первоуральск). Ежегодно эти предприятия вырабатывают 90 - 95 тыс. т шламов. В заводских шламонакопителях аккумулировано 2,22 млн т этих отходов.

К 1-му классу опасности относятся отходы оксида ванадия(V). Превышение лимитов по выбросам веществ, содержащих ванадий, отмечено в АО «КАМГЭКС» (г. Пермь).

Ртутьсодержащие отходы, которые образуются на предприятиях химической промышленности, также отнесены к 1-му классу опасности, составляют половину общего количества отходов, образующихся на предприятиях страны в целом. В хлорной промышленности (АО «Каустик» г. Волгоград; АО «Саянхимпром» г. Саянск; АО «Капролактан» г. Дзержинск) образовалось около 300 т ртутьсодержащих отходов, большая часть которых складирована на предприятиях или на местных полигонах.

Значительная часть отходов 2-го класса представлена, тыс. т: отработанными растворами соляной кислоты - 140, серной кислоты - 19,5 и кубовыми остатками - 17,5. До 30% отработанной серной кислоты не находит применения. Около 40 % кубовых остатков хлорных производств подвергаются термическому уничтожению. Нахождение путей использования абгазной соляной кислоты в промышленности является насущной технической проблемой.

Крупнотоннажными отходами 3-го класса являются дистилли-рованная жидкость предприятий по производству соды, нефтешламы, а также цинксодержащие отходы. Годовой объем отходов содовой промышленности

составляет около 135 тыс. т. В России работают девять заводов по производству соды. На этих предприятиях накоплено около 25 млн т отходов.

Основное количество цинксодержащих шламов образуется при нейтрализации сточных вод производств вискозных волокон и на предприятиях микробиологической промышленности (2,1 тыс. т в год). Из-за низкой концентрации цинка сточные воды не перерабатывают и они накапливаются в хранилищах.

К 4-му классу опасности отнесены отходы - лигнин, фосфогипс и галитовые отвалы. Лигнин образуется на предприятиях микробиологической промышленности. На полигонах накоплено 2,1 млн т лигнина. Проблема его утилизации пока не решена.

Фосфогипс в качестве вторичного продукта получают на заводах по производству минеральных удобрений. К настоящему времени его накоплено более 90 млн т. Предложенные технологии переработки фосфогипса не получили распространения.

Галитовые отвалы образуются на предприятиях по производству калийных удобрений. На промышленных хранилищах его накоплено более 105 млн т.

Хранение отходов 4-го класса опасности связано с отчуждением значительных площадей земель и приводит к закислению почв.

Большинство предприятий химической промышленности имеют оборотные системы водопользования. За счет этого экономится около 90% свежей воды.

Сброс загрязненных сточных вод составляет 1,5 - 1,7 км³ в год. Несмотря на наличие на предприятиях системы очистных сооружений, через многочисленные накопители продолжается загрязнение подземных вод. В районе Ставропольского НПО «Люминофор» ПДК по кадмию, никелю, цинку подземных вод превышена в сотни раз. Постоянному загрязнению подвергаются подземные горизонты в Башкортостане (г. Стерлитамак, ПО

«Сода»), в Иркутской области (ПО «Ангарскнефгеоргсинтез», Саянское ПО «Химпром» и АО «Усольскхимпром») и в районе других крупных химических комплексов.

На предприятиях химической промышленности достаточно хорошо организована очистка газовых выбросов, суммарный объем газовых выбросов составляет 1/33 всех выбросов от стационарных промышленных источников.

На долю отрасли приходится менее 5% суммарного объема свежей воды, используемой промышленностью России. Более существенен ее вклад в сброс загрязненных сточных вод - 1/5 общепромышленного сброса.

В настоящее время намечены основные направления решения серьезных экологических проблем химической промышленности:

- разработка новых технологий, исключающих или значительно сокращающих образование токсичных выбросов;
- создание замкнутых энерготехнологических и водооборотных циклов;
- использование побочных продуктов производства и отходов в качестве вторичного сырья;
- совершенствование систем очистки промышленных отходов.

Чтобы упорядочить и сделать безопасными все технологические процессы в химии, разрабатываются новые регламенты. В 2003 г. был принят Закон «О техническом регулировании», предусматривающий замену существующих ГОСТов общемировыми стандартами. Каждый отраслевой регламент приобретет силу закона или будет утвержден постановлением правительства.

В 2006 г. Минпромэнерго РФ внесло в правительство проект технического регламента «О безопасности химических производств». По данным Росстата, ежегодно в России на 5% увеличивается число смертельных болезней из-за воздействия опасных химических веществ. В регламенте предусмотрены правила хранения, перевозки, реализации,

применения и утилизации химической продукции, которая классифицирована по видам воздействия на человека, степени влияния на окружающую среду - каждому опасному веществу будет присвоен международный класс опасности. В основу регламента положены требования ООН и ЕС по классификации химической продукции и перевозке опасных грузов.

Техническое перевооружение предприятий стройиндустрии, ускоренное внедрение новых интенсифицированных технологических процессов невозможно без использования высокотехнологического оборудования комплексной автоматизации. Разработка и внедрение на предприятия стройиндустрии автоматических систем управления (АСУ) позволяет решать задачи оперативного управления на трех основных уровнях:

- локальные средства автоматики;
- автоматизированные системы управления предприятиями (АСУП)
- отраслевые автоматизированные системы управления (ОАСУ).

При автоматизации химико-технологических процессов производств технологическое оборудование оснащается приборами, регуляторами, управляющими машинами и другим устройствами. Для этого тщательно изучается технологически процесс, выявляются величины, влияющие на его протекание находятся взаимосвязи между ними. В соответствии с заданно целью составляется схема регулирования или управления технологическим процессом. При необходимости ослабления или учета внутренних взаимосвязей, а также повышения качеств регулирования используют многоконтурные системы или управляющие вычислительные машины.

При выполнении выпускной квалификационной работы в качестве автоматизированного объекта выбрано температура в основном оборудовании производства уксусного ангидрида.

На основании заданных значений передаточных функций построим схему системы автоматического регулирования температуры в реакторе на SIMULINK (рис. 1).

$$W_{\text{датчика}}=1/(10s+1), W_{\text{рабочего органа}}=1/(50s+1), \\ W_{\text{исполнительного механизма}}=1/(60s+1).$$

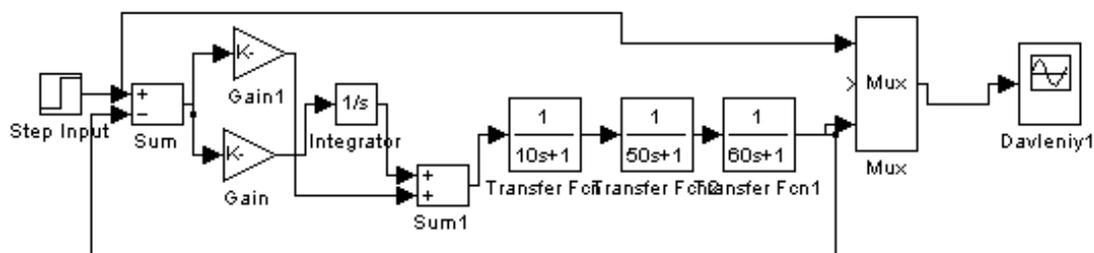


Рис. 1. Схема САР температуры в ЭЛОУ.

С помощью ЛТИ построим переходную характеристику (рис.2).

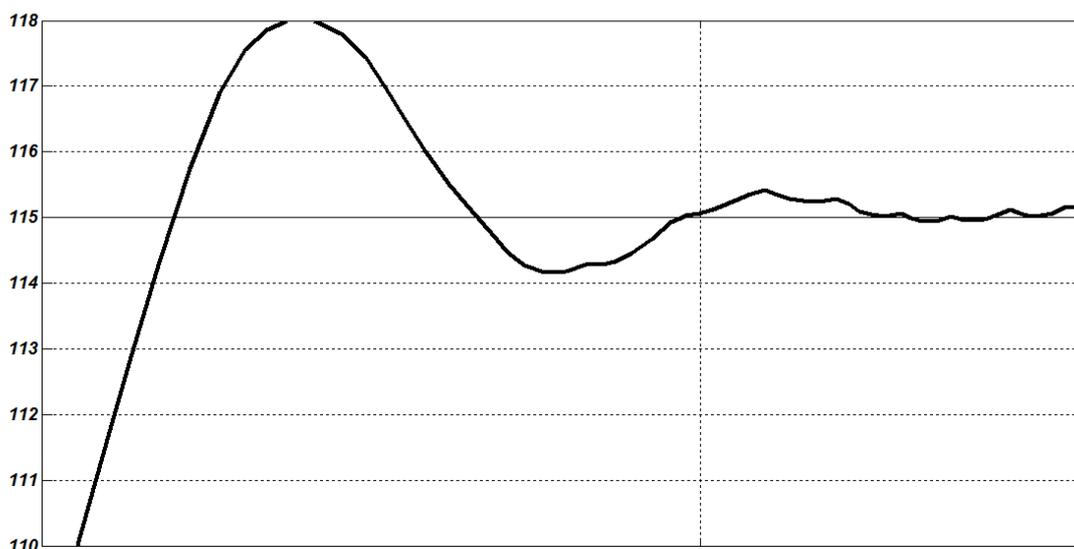


Рис.2 Переходная характеристика САР температуры в ЭЛОУ.

По виду переходной характеристики можно сказать, что имеющиеся показатели качества не удовлетворяют заданным:

- время регулирования составляет 41.2 с
- установившееся значение - 1.34
- время нарастания - 10.3 с.
- статическая ошибка - 0,66

Заданные показатели качества и запасы устойчивости:

- время регулирования ≤ 50 с;
- статическая ошибка $\leq 0,05$;
- перерегулирование ≤ 10 %;
- время нарастания ≤ 15 с;

По виду переходного процесса ясно, что для обеспечения заданных показателей качества и точности переходного процесса необходимо введение в систему линейного регулятора.

Необходимым условием надежной устойчивой работы АСР является правильный выбор типа регулятора и его настроек, гарантирующий требуемое качество регулирования.

В зависимости от свойств объектов управления, определяемых его передаточной функцией и параметрами, и предполагаемого вида переходного процесса выбирается тип и настройка линейных регуляторов.

Основные области применения линейных регуляторов определяются с учетом следующих рекомендаций: И – регулятор со статическим ОР – при медленных изменениях возмущений и малом времени запаздывания ($\tau/T < 0.1$);

П – регулятор со статическим и астатическим ОР – при любой инерционности и времени запаздывания, определяемом соотношением $\tau/T < 0.1$;

ПИ – регулятор – при любой инерционности и времени запаздывания ОР, определяемом соотношением $\tau/T < 1$;

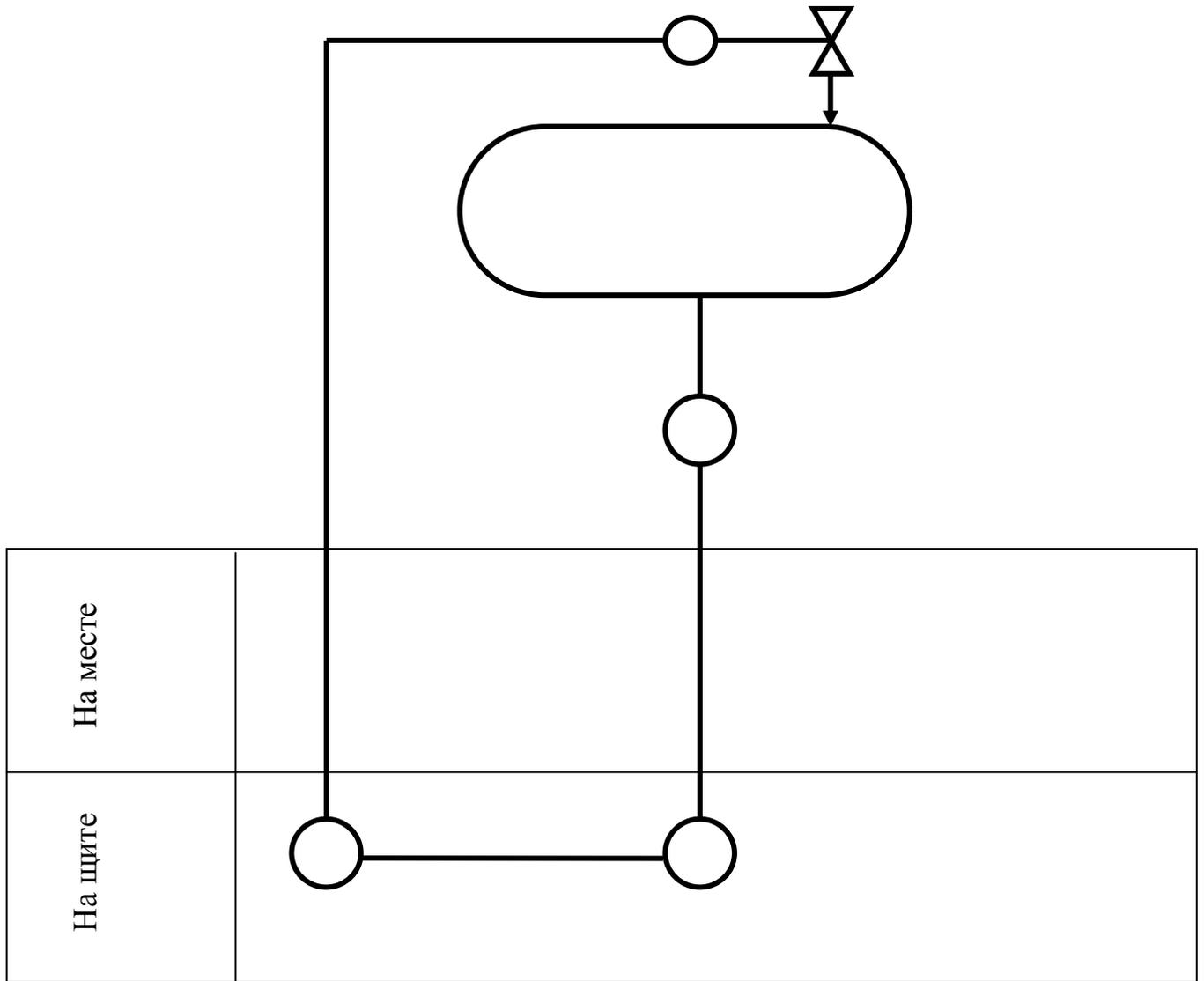
ПИД-регуляторы при условии $\tau/T < 1$ и малой колебательности исходных процессов.

Исходя из выше изложенных рекомендаций и учитывая, что вид переходной характеристики напоминает изодромный процесс, видно, что в данную систему подойдет ПИ – регулятор.

Спецификация контрольно-измерительных приборов и автоматизация

№	Показатели	Место	Названия контрольно-измерительных приборов	Тип	Кол.
TRC	Температура	На месте	Медный термометр сопротивления	ТСМ-5071	1
PRC	Температура	На месте	Экстремальный регулятор КСМ	ЭСМ-41	1
FFRC	Температура	На	Панель	БПДУ	1

		месте	дистанционного управления		
1-4	Температура	На месте	Мембранный механизм	25НЖ 32НЖ	1



Перечень

Показателей, рассчитываемых в экономической части выпускных квалификационных работ

1. Производственная программа - объем, номенклатура продуктов за год в натуральном измерении в соответствии с темой выпускной работы (таблица 1)

2. Материальные затраты - прямые и косвенные. Это сырье, за вычетом возвратных отходов, основные, вспомогательные материалы, топливо, электроэнергия, вода, газ, холод и т.д. согласно продуктовому (материальному) расчету по теме работы

3. Транспортные затраты (транспортные услуги по перевозкам грузов: сырья, материалов, инструментов, заготовок и др.)

4. Затраты на оплату труда производственного характера.

а) прямые - заработная плата основных рабочих с отчислениями на социальное страхование в размере 33% от фонда оплаты труда

б) косвенные - заработная плата вспомогательных, обслуживающих рабочих, оплата труда работников цеха с отчислениями на социальное страхование-33%.

5. Прочие затраты производственного назначения, включая накладные расходы, в том числе амортизация основных производственных фондов и нематериальных активов.

6. Калькуляция себестоимости продукции — определение себестоимости продукции в пересчете на единицу и годовой объем.

7. Расчет расходов периода, прибыли, рентабельности продукции, оптовой договорной цены без налога НДС, оптовой отпускной договорной цены с учетом акцизного налога (если предусмотрено) и НДС

8. Сводные показатели (из данных таблиц 1,2,3): годовой выпуск продукции в натуральном измерении и в ценах реализации (товарная продукция), себестоимость единицы и годового выпуска продукции,

прибыль, рентабельность, среднемесячная заработная плата одного рабочего (основного, вспомогательного), одного цехового персонала.

Методические указания по расчету технико-экономических показателей

Перечень расчетов зависит от сложности и характера выполняемой работы.

Вышеперечисленные показатели характерны для случая, когда изучаемая технология, выпускаемый продукт по теме работы аналогичны с данными действующего предприятия. То есть, нет изменений в технологическом регламенте, в стоимости и видах основных фондов, численности работающих и др.

В этом случае на основании собранного материала и продуктового (материального) расчета по теме задания определяют сырьевые, материальные затраты с целью их использования в расчете калькуляции себестоимости данной продукции и других показателей.

Если в работе предусмотрены изменения технологии путем ввода различных добавок или замена импортных ресурсов отечественными, модернизация оборудования с улучшения качества продукции или увеличения выпуска продукции, то расчеты показателей проводят в двух вариантах :до и после нововведений для выявления целесообразности и эффективности принятых в работе решений.

До начала расчетов необходимо обосновать необходимость и целесообразность предусмотренных изменений, т.е. указать, чем они вызваны и что ожидают от принятого решения.

Ниже в таблице 1-4 приводится методика расчета всех необходимых экономических показателей.

Производственная программа - выпуск продукции в натуральном выражении
и стоимостном измерениях

Таблица 1

№	Наименование продуктов	ед. изм	Цена единицы,	В натуральном	В стоимостном
---	---------------------------	---------	------------------	------------------	------------------

			сум	выражении	выражении
	Изооктан	т	22400	400000	17920000

Пояснение к таблице 1

- гр. 2 содержит наименование продукта в соответствии с темой выпускной работы. Если несколько видов продукции, то следует указать, какой из продуктов подлежит калькулированию.
- гр. 3 единица измерения продукта в натуральном выражении (т, м³, шт и т.д.)
- гр. 4 цена единицы, указанные в гр. 2, уточняются при прохождении практики, т.е. это действующие цены реализуемой продукции. гр.5 годовой выпуск продукции указывается в соответствии с темой выпускной работы, при этом: если в задании дана производительность за смену, то необходимо число смен за год умножить на сменную производительность. Для этого необходимо знать годовой фонд рабочего времени (число рабочих дней) и число смен в сутки. Если в задании указана производительность за сутки, то годовой выпуск определяется умножением суточной производительности на число рабочих дней в году.
- гр.6 определяется умножением гр.4 на гр.5.

Перечень затрат, связанных с финансово-хозяйственной деятельностью хозяйствующего субъекта.

В соответствии с Положением "О составе затрат по производству и реализации продукции (работ, услуг) и о порядке формирования финансовых результатов", утвержденным Постановлением Кабинета Министров РУз от 5 -1999г, все затраты группируются на:

- Затраты, включаемые в производственную себестоимость продукции:
 - а) прямые и косвенные материальные затраты;
 - б) прямые и косвенные затраты на труд;

в) прочие прямые и косвенные затраты, включая накладные расходы производственного характера.

• Затраты не включаемые в производственную себестоимость, но включаемые в расходы периода, которые учитываются в прибыли от основной деятельности:

- а) расходы по реализации;
- б) расходы по управлению(административные расходы);
- в) прочие операционные расходы и убытки.

• Расходы по финансовой деятельности хозяйственного субъекта, учитываемые при расчете прибыли или убытка от его общехозяйственной деятельности:

- а) расходы по процентам;
- б) отрицательные курсовые разницы по операциям с иностранной валютой;
- в) переоценка средств, вложенных в ценные бумаги;
- г) прочие расходы по финансовой деятельности.

Чрезвычайные убытки, которые учитываются при расчете прибыли или убытка до уплаты налога на доходы (прибыль).

Состав затрат, включаемых в производственную себестоимость продукции

В производственную себестоимость продукции включаются затраты, непосредственно связанные с производством, обусловленные технологией и организацией производства. К ним относятся прямые косвенные материальные затраты, прямые и косвенные затраты на труд, прочие прямые и косвенные затраты, включая накладные расходы производственного характера.

Затраты, образующие производственную себестоимость продукции, группируются в соответствии с их экономическим содержанием по следующим элементам:

- Производственные материальные затраты (за вычетом стоимости возвратных отходов);
- Затраты на оплату труда производственного характера;
- Отчисления на социальное страхование, относящиеся к производству;
- Амортизация основных средств и нематериальных активов производственного назначения;
- Прочие затраты производственного назначения.

К производственным материальным затратам относятся:

1. Приобретаемые со стороны сырье и материалы, которые входят в состав вырабатываемой продукции, образуя ее основу, или являются необходимым компонентом при изготовлении продукции.

2. Покупные материалы, используемые в процессе производства продукции для обеспечения нормального технологического процесса и для упаковки продукции или расходующиеся на другие производственные нужды, а также запасные части для ремонта оборудования.

3. Покупные, комплектующие изделия и полуфабрикаты, подвергающиеся в дальнейшем монтажу или дополнительной обработке на данном предприятии.

4. Приобретаемые со стороны топливо всех видов, расходуемое на технологические цели, выработку всех видов энергии, отопление зданий, транспортные работы по обслуживанию производства, выполняемые транспортом хозяйствующих субъектов.

5. Поручная энергия всех видов, расходуемая на технологические, транспортные и другие производственные и хозяйственные нужды.

6. Затраты на приобретение тары и упаковки, полученной от поставщиков материальных ресурсов.

Расчет прямых и косвенных материальных затрат, включаемых в себестоимость продукции

1. Исходные данные потребности материальных ресурсов и нормы их расхода на единицу продукции отражены в расчетно-технологической части выпускной работы в соответствии с действующим регламентом по выпуску конкретной продукции или на основе реальной заводской калькуляции себестоимости продукции.

2. Итоговые данные по всем видам материальных затрат (п13) переносят в таблицу 3.

Примечание: Если в технологических расчетах нет данных по расходу теплоэнергетических ресурсов, то в этом случае можно пользоваться данными с производственной калькуляции на единицу аналогичной продукции.

Из затрат на материальные ресурсы. включаемых в себестоимость продукции исключается стоимость возвратных отходов и стоимость тары и упаковки по цене их фактической реализации, использования или оприходования на склад и др. (табл. 2)

Затраты на оплату труда производственного характера

В состав затрат на оплату труда производственного характера включается оплата за отработанное и неотработанное время по следующим статьям:

Оплата за отработанное время

1) Начисленная заработная плата производственного характера за фактически выполненную работу, исчисленная исходя из сдельных расценок, тарифных ставок и должностных окладов в соответствии с принятыми на хозяйствующем субъекте формами и системами оплаты труда, включая выплаты стимулирующего характера, предусмотренные первичными документами по учету выработки.

2) Надбавки к тарифным ставкам и окладам за профессиональное мастерство, наставничество.

3) Надбавки и доплаты к тарифным ставкам и окладам за работу в ночное время, сверхурочную работу, за работу в выходные и праздничные дни, предусмотренные графиком технологического процесса.

Надбавки за работу в тяжелых, вредных, особо вредных условиях труда и природно-климатических условиях, включая надбавки к заработной плате за непрерывный стаж работы в этих условиях и др.

Оплата за неотработанное время

4) Оплата в соответствии с действующим законодательством очередных (ежегодных) и дополнительных отпусков, компенсаций за неиспользованные очередные и дополнительные (ежегодные) отпуска, оплата льготных часов подростков, перерывов в работе матерей для кормления ребенка, а также времени, связанного с прохождением медицинских осмотров.

5) Выплаты работникам, находящимся в вынужденном отпуске, с частичным сохранением основной заработной платы.

Оплата труда за выполнение государственных обязанностей (военные сборы, сборы по чрезвычайным ситуациям и т.д.) и др. (табл. 3)

Отчисления на социальное страхование, относящиеся к производству

Отчисления на социальное страхование включают в себя:

1. Обязательные отчисления социального характера по установленным законодательством нормам к фонду оплаты труда

2. Отчисления в негосударственные пенсионные фонды, на добровольное медицинское страхование и на другие виды добровольного страхования

Амортизация основных средств и нематериальных активов производственного назначения В эту группу расходов входят:

1. Сумма амортизационных отчислений (начисленного износа), начисленных исходя из первоначальной (восстановительной) стоимости производственных основных средств, утвержденных в установленном порядке норм, включая и ускоренную амортизацию, производимую в соответствии с законодательством.

2. Амортизация нематериальных активов производства относится на себестоимость продукции ежемесячно по нормам, рассчитанным хозяйствующим субъектом исходя из первоначальной стоимости и срока их полезного использования.

Если невозможно определить срок полезного использования нематериального актива, нормы амортизации устанавливаются в расчете на 5 лет, но не более срока деятельности хозяйствующего субъекта.

Нематериальные активы - это стоимость права пользования землей, водой и другими природными ресурсами, зданиями, сооружениями, оборудованием, а также иных имущественных прав (в т.ч. на использование изобретений, ноу-хау и др.). (табл. 3)

Прочие затраты производственного характера

Это затраты по обслуживанию производственного процесса:

- Затраты по обеспечению производства средствами и предметами труда;
- Затраты по поддержанию производственных основных средств в рабочем состоянии. Проведение всех видов ремонтов производственных основных средств силами самого хозяйствующего субъекта, включаются в себестоимость продукции.
 - Затраты по обеспечению нормальных условий труда и техники безопасности, связанные с особенностями производства и предусмотренные законодательством.
 - Затраты, связанные с текущей арендой производственных основных средств, относящихся к производственной деятельности.

- Затраты на содержание и обслуживание технических средств управления, узлов связи, средств сигнализации, вычислительных центров, относящихся к производственному процессу.
- Расходы связанные с перевозкой работников к месту работы и обратно в направлениях, необслуживаемых пассажирским транспортом общего пользования и др. (табл.3).

Расходы периода

Расходы периода - это затраты и расходы, не связанные непосредственно с производственными процессами, то есть затраты по управлению хозяйствующим субъектом, расходы по реализации продукции и прочие расходы общехозяйственного назначения.

К «расходам периода» относятся следующие статьи:

1. Расходы по реализации.

Все затраты по «расходам периода» являются комплексными статьями затрат.

- в эту статью включаются затраты на перевозку, а также штрафы, уплаченные за простой транспортных средств
- издержки обращения предприятий торговли и общественного питания, в т.ч.:
 - расходы на оплату труда, связанные с реализацией продукции, кроме административного управленческого персонала;
 - с отчислениями на социальное страхование;
 - расходы на торговую рекламу;
 - расходы на хранение, подработку и подсортировку товаров;
 - затраты по изучению рынков сбыта (затраты на маркетинг, рекламу);
 - другие расходы по реализации.

2. Административные расходы

К ним относятся:

- расходы на оплату труда работников управленческого персонала;
- отчисления на социальное страхование, относящиеся к работникам управленческого персонала;
- затраты по организации управлению хозяйствующим субъектом и его структурными подразделениями;
- затраты на содержание и обслуживание технических средств управления узлов связи, средств сигнализации, вычислительных центров и других технических средств управления, не относящихся к производству;
- плата узлам связи за аренду, предоставление услуг (АТС, сотовая, пейджинговая и др.);
- оплата междугородних международных телефонных переговоров
- плата за аренду зданий помещений для административно- управленческих нужд;
- затраты на содержание и ремонт, амортизация основных средств административного назначения;
- отчисления на содержание вышестоящих организаций и объединений юридических лиц: министерств, ведомств, ассоциаций, концернов и т.п.;
- затраты на командировки управленческого персонала и др.

3. Прочие операционные расходы

Они включают:

- расходы на подготовку и переподготовку кадров, за исключением кадров для работы на вновь вводимом хозяйствующем субъекте;
 - оплата консультационных информационных услуг;
- оплата аудиторских услуг, включая проводимые по инициативе одного из участников (собственников) хозяйствующего субъекта;
- мероприятия по охране здоровья и организации отдыха, не связанные непосредственно с участием работников в производственном процессе;
 - компенсационные выплаты по решениям правительства РУз
 - надбавки к пенсиям, единовременные пособия уходящим на пенсию ветеранам труда;

- материальная помощь, выплачиваемая работникам;
- оплата услуг банка и депозитария;
- взносы в экономические оздоровительные и иные благотворительные фонды предприятиям, учреждениям и организациям культуры, народного образования, здравоохранения, социального обеспечения, физкультуры и спорта и т.д. (табл. 3)

Калькуляция себестоимости продукции (указать наименование)

Годовой выпуск - (в натуральном измерении) Калькулируемая единица продукции - (1т, 10 дал, 100 бут. и т.д.).

Таблица 3

№	Наименование статей затрат	Стоимость	
		Единицы, сум/шт.	Годового выпуска, тыс сум.
1.	Сырье и прямые материальные затраты.	430500	96443200
2.	Прямые затраты на труд а) Заработная производственных рабочих. б) ставка единого социального платежа - 25% от з/платы.	24600	551040
3.	Косвенные затраты на материала ...% от прямых затрат.	18696	4187904
4.	Косвенные затраты на труд а) % от прямых затрат (в.т.) б)%на ставку ед. соц. платежа).	5904	132249,6
5.	Амортизация оборудования	92250	2066400
6.	Прочие расходы	36900	826560

	производственного назначения.		
7.	Производственная себестоимость	24600	551040
8.	Расходы периода	6150	13776
9.	Общие издержки	565800	12673920
10.	Прибыль	49200	1102080
11.	Рентабельность(%)	615000	13776000
12.	Оптовая цена предприятия	185000	4144000
13.	Ставка акциза	30	-
14.	НДС	800000	17920000
	Оптово - отпускная цена с НДС.		-
		960000	21504000

Пояснение к таблице 3

п. 1 - данные таблицы 2 (итог)

п.2 - з/плата основных производственных рабочих с отчислениями на социальное страхование - 25.0% - из штатного расписания конкретного предприятия

п.3 - транспортные затраты - 10% от стоимости сырья, материалов, если они привозные (уточнение на производстве)

п.4 - з/плата вспомогательных рабочих цехового персонала, содержание, эксплуатация, ремонт, амортизация зданий и оборудования, прочие затраты - из заводской калькуляции на аналогичную продукцию. п.5 - итог 1+4

п.6 - из калькуляции предприятия на аналогичную продукцию, п.7- сумма п.5+п.6

п.8,9 - необходимая, рентабельность продукции по данным предприятия из калькуляции. п.10-гр.5 + гр.8

п.11 -гр.10 x 1.20 (НДС-20%) рентабельность определяется по формуле

$$P = \frac{П}{С} \cdot 100\%$$

П - прибыль, сум

С - себестоимость продукции, сум.

Основные технико-экономические показатели производства
(уксусный ангидрид)

Таблице 4

№	Наименование показателей	Ед-ца изм.	Показатели проекта
1.	Годовой выпуск продукции а) в натуральном выражении б) стоимость товарной продукции	ед.натур.изм. т.сум	22400 17920000
2.	Себестоимость ед.продукции	сум/ед	565800
3.	Себестоимость годового выпуска продукции	тыс.сум	12673920
4.	Оптово-отпускная цена единицы продукции без НДС	сум/ед	960000
5.	Необходимая прибыль	тыс.сум	4144000
6.	Рентабельность продукции	%	30
7.	З/плата рабочего за месяц	сум	1150000
8.	З/плата цехового персонала за месяц	сум	900000

Пояснение к таблице 4

п.1 а - данные таблицы 1

б - данные таблицы 3

п. 2 - б - данные таблицы 4

п. 7 - 8 - из штатного расписания действующего аналогичного производства (среднемесячная заработная плата).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведены целенаправленные исследования по изучению синтеза изооктана алкилирование изобутана бутиленом. Выбрана технология алкилирование, определены оптимальные условия и параметры процесса.

Изучена зависимость выхода изооктана от температуры, давления, концентрации исходного сырья и полупродуктов. Определены физико-химические и эксплуатационные характеристики готового продукта и исходного сырья. Рассчитан материальный и тепловой баланс процесса, установлены механические данные основного оборудования технологической линии.

В дипломной работе решены проблемы по экологии, охране окружающей среды, гражданской обороне, определены предельно допустимые нормы основных отходов, газовых и пылевых выбросов, установлены методы их очистки.

ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. И.А. Каримов. [Доклад Президента Республики Узбекистан Ислама Каримова на заседании Кабинета Министров, посвященном основным итогам 2011 года и приоритетам социально-экономического развития на 2012 год.](#) // Народное слово от 20.01.2012 г.
2. Н.Н. Лебедев. Химия и технология основного органического и нефтеперерабатывающего синтеза. М.:Химия, 1981 й. – 608 б.
3. А.Г. Касаткин. Основные процессы и аппараты химической технологии. Г.НТИХЛ. М.: 1960 й. -830 б.
4. Ю.М. Дытреский. Основные процессы и аппараты химической технологии. М.: Химия 1983 й. -272 б.
5. А.А. Кузнецов, О.М. Кагерманов, Е.Н. Судаков. Расчеты процессов и аппаратов нефтеперерабатывающей промышленности. Л.: Химия. 1974 й. 344 с.
6. Проскуряков Б.А., Дробкина А.Е. «Химия нефти и газа». – М.: Химия, 1995г.
7. Уильям Л. Леффлер. «Переработка нефти» – М.: ЗАО «Олимп-бизнес» 1999 г.
8. Магарил Р.З. «Образование углерода при термических превращениях индивидуальных углеводородов и нефте продуктов». – М.: Химия, 1973 г. – 143 стр.
9. Николаев А.Ф. Синтетические полимеры и пластические массы на их основе/А.Ф. Николаев. – 2-е изд., доп.-Л.: Химия, 1966. -768 с.
10. Процесс изготовления углеродных волокон на основе коммерческих полиакрилонитрильных волокон мокрого формования/ R. Eslami Farsani и [др.] // Химические волокна. – 2006. – №5. – С. 30–33.
11. Семчиков Ю.Д. Высокомолекулярные соединения: учебник для вузов/ Ю.Д. Семчиков. – М.: Академия, 2003. – 368 с.
12. Энциклопедия полимеров: энциклопедия. В 3 т. Т. 1. А-К. – М.: Советская энциклопедия, 1972. -1224 с.