

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ

БУХАРСКИЙ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

КАФЕДРА «ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ»

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ
РАБОТА**

на тему:

***«Производство сырья для получения моющих
средств производительностью 20 т/сут»***

1

Выполнил: студент гр. 17-14 КТ
Салямов Ф.

Руководитель: доц. Раджабова В.Э.

«Утверждаю»

Зав. кафедрой КТ: доц. Хайитов А.А.

Декан факультета

Хи ПТ: доц. Адизов Р.Т.

Бухара - 2018

Содержание

	Введение	4
1.	Общая часть	
1.1.	Методы производства ВЖК	6
1.2.	Физико-химические основы процесса окисления парафинов	13
2.	Технологическая часть	19
2.1.	Характеристика сырья	
2.2.	Характеристика готовой продукции	22
2.3.	Выбор и обоснование технологической схемы производства	23
2.4.	Материальные расчёты и балансы	29
2.5.	Выбор и обоснование основного и вспомогательного производственного оборудования	34
2.6.	Технологические и тепловые, энергетические расчёты основного оборудования	36
2.7.	Конструктивно-механический расчёт основных аппаратов	42
2	2.8. Контроль производства и качества продукции	44
3.	Безопасность жизнедеятельности	
3.1.	Гигиена труда и производственная санитария в химической промышленности	46
3.2.	Токсичность химических веществ, промышленные яды, химические ожоги и их предупреждение	47
3.3.	Средства индивидуальной защиты.	49
3.4.	Предохранительные приспособления	51
3.5.	Требования безопасности, предъявляемые к парафину	52
3.6.	Охрана окружающей среды	53
	Заключение	55
	Список использованной литературы	56

Введение

Промышленность является основной и самой крупной отраслью материального производства. Она обеспечивает все отрасли народного хозяйства предметами производства и орудиями труда. В ней создаются различные виды машин и механизмов, также производятся конструктивные элементы зданий, добываются подземные богатства, производится огромное количество продовольственных товаров и т. п. Цель стратегии промышленного развития Узбекистана — повышение эффективности и конкурентоспособности промышленности на внутреннем и внешнем рынках и обеспечение ее устойчивого развития [1].

3 Каждое государство выбирает для себя собственный определенный путь развития и поддержки национальной промышленности, при этом может ориентироваться на развитие инновационных высокотехнологичных производств. Важно также принимать во внимание, что страны формировали свою политику в разные периоды времени, обладая различными конкурентными преимуществами. В экономике Узбекистана есть отрасли потенциально конкурентоспособные как на внутренних, так и на мировых рынках. Так как промышленность бок обок идет с развитием научно-технического прогресса. Главным инструментом повышения конкурентоспособности промышленности выступает именно инновационная деятельность, а уровень развития инновационной сферы (науки, новых технологий) формирует основу устойчивого экономического роста, определяет перспективы развития предприятия.[1]

Химическая промышленность – одна из ведущих отраслей тяжелой индустрии - является научно-технической и материальной базой химизации народного хозяйства и играет исключительно важную роль в развитии

производительных сил, укреплению обороноспособности государства и в обеспечении жизненных потребностей общества. Она объединяет целый комплекс отраслей производства, в которых преобладают химические методы переработки предметов овеществленного труда (сырья, материалов).[1]

Химическая промышленность играет значимую роль в формировании важнейших макроэкономических показателей страны. Уровень химизации – общепризнанный в мировой практике критерий научно-технического прогресса. В ведущих странах мира доля отрасли в производстве промышленной продукции достигает 10-13%.

Современный мировой рынок химических товаров характеризуется широким ассортиментом, ростом затрат на экологическую безопасность, усилением конкуренции за рынки сбыта, снижением ценовой конкурентоспособности химической продукции ведущих стран мира (прежде всего западноевропейских) относительно товаров из стран с дешевыми трудовыми ресурсами.

4

В мире, имеет место тенденция подорожания нефти. Это ставит перед химической технологией сложную задачу – оптимизация существующих производств, использующих в качестве сырья нефть, с целью уменьшить себестоимость выпускаемого продукта. В том числе и производство ВЖК на данный момент тоже развивается для регулирования более точного и полноценного выхода целевого продукта. В этом производстве будет наиболее важно уметь регулировать выход целевых фракций от 10 до 20-ти атомов углерода.[2]

1. Общая часть

1.1. Методы производства ВЖК

Высшие жирные кислоты (ВЖК) — техническое название смесей карбоновых кислот алифатического ряда природного или синтетического происхождения с числом углеродных атомов в молекуле от 6 до 24.

Природные ВЖК содержатся в маслах и жирах в виде их глицеридов и в восках в виде эфиров высокомолекулярных спиртов. Они имеют нормальное строение и четное число атомов углерода в цепи.

Синтетические ВЖК — это смеси насыщенных монокарбоновых кислот нормального и изостроения с четным и нечетным числом углеродных атомов в цепи. В дальнейшем под термином «ВЖК» понимаются исключительно синтетические кислоты (СЖК). Технический продукт под таким названием выпускается в виде фракций различного состава в зависимости от назначения. Свойства фракций, в том числе температуры их плавления, зависят от молярной массы входящих в них кислот.

5

1.1.1. Производство ВЖК окислением парафинов кислородом воздуха

До недавнего времени основным способом синтеза ВЖК было окисление парафинов кислородом воздуха при 105-120°C и атмосферном давлении (катализаторы – соединения марганца, например $MnSO_4$, MnO_2 , $KMnO_4$) [5].

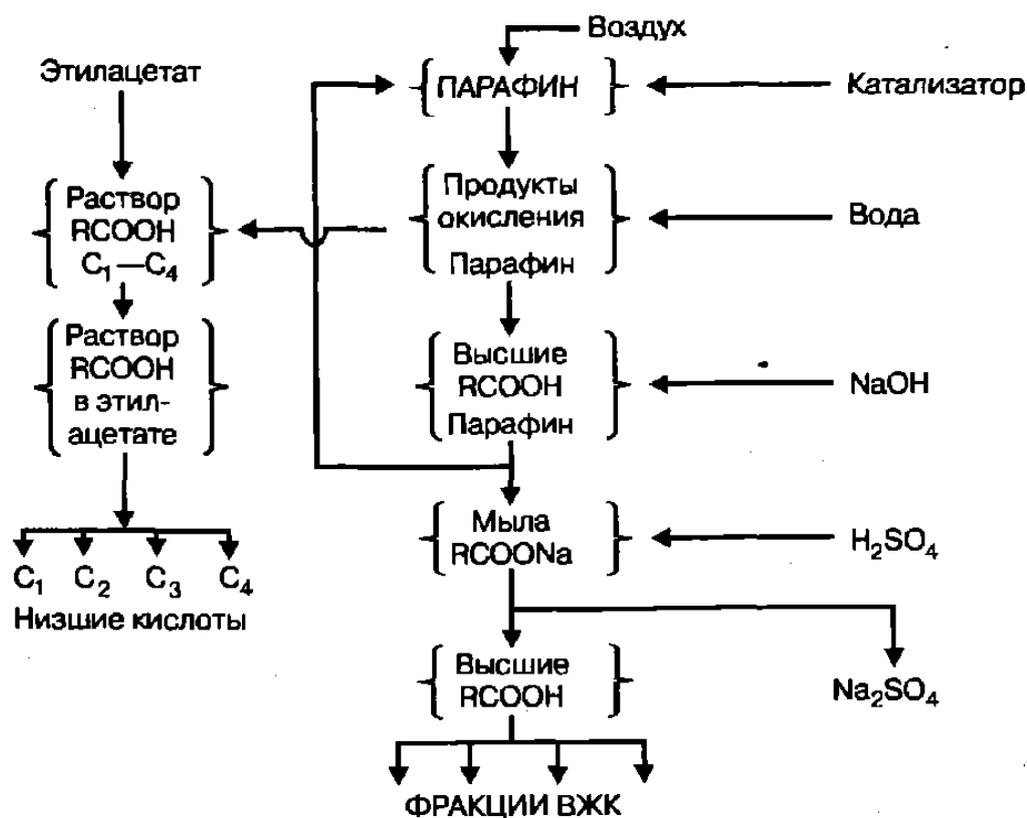


Степень превращения парафина составляла 30-35%. Продукты окисления нейтрализовали при 90-95 °С 20%-ным раствором Na_2CO_3 и омыляли 30%-ным раствором $NaOH$; из полученных мыл кислоты выделяли обработкой H_2SO_4 и фракционировали. Неомыляемые продукты удаляли термической обработкой в автоклаве при 160-180°C и 2,0 МПа, а затем в термической печи при 320-340°C.

На рис. 1 приведена принципиальная схема производства ВЖК окислением парафинов кислородом воздуха.

Преимущества: относительно доступное сырьё, простота синтеза.

Недостатки: Низкая степень конверсии.



6

Рис. 1. Принципиальная схема производства ВЖК окислением парафинов кислородом воздуха

1.1.2. Производство ВЖК окислением альдегидов

Окисление альдегидов можно проводить кислородом или кислородом воздуха

- Окисление кислородом

2-этилгексановую кислоту и фракцию кислот C₈-C₁₀ получают окислением соответствующих альдегидов оксосинтеза кислородом или кислородсодержащим газом при 40-90°C и 0,1-1,0 МПа (катализаторы – металлы I, II или VIII группы). ВЖК фракций C₁₂-C₁₅, C₁₆-C₁₈ синтезируют окислением оксоспиртов, например в водных щелочных растворах при 70-120 °C в присутствии металлов платиновой группы или расплавленной щелочью при 170-280°C и давлении, необходимом для поддержания

продуктов в жидкой фазе. Получаемые кислоты содержат меньше побочных продуктов, чем кислоты, синтезируемые из парафинов.

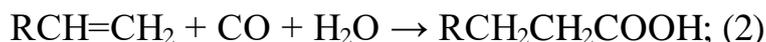
Однако, окисление альдегидов кислородом имеет существенный недостаток: низкий выход целевых фракций C₁₀-C₂₀ и высокая температура проведения процесса

- Кислородом воздуха [5]

Окисление кислородом воздуха проводят при 55-70 °С в течение 11-14 часов при скорости подачи воздуха 15 л/час. Выход карбоновых кислот составляет 92-94%. Синтез кислот осуществлялся в одну стадию без применения дорогостоящих катализаторов.

Недостатком этого способа окисления альдегидов, как и в предыдущих методах, является низкий выход целевых кислот C₁₀-C₂₀.

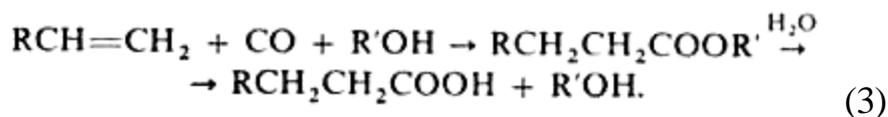
1.1.3. Производство ВЖК гидрокарбокислированием олефинов



7

- Гидрокарбокислирование олефинов можно проводить в присутствии карбонила кобальта Co₂(CO)₈ (2,3) и в присутствии кислот. гидрокарбокислирование при температуре 145-165 °С и давлении 5-30 МПа:

- гидрокарбоалкокислирование при температуре 165-175 °С и давлении 5-15 МПа с последующим гидролизом образующегося эфира:



Преимуществами вышеприведенных методов является: малостадийность, высокие выходы кислот; к недостаткам можно отнести: довольно жесткие условия проведения процесса (сложность технологического оформления), образование большого количества (до 50%) кислот изостроения, в следствие чего – высокая стоимость получающихся кислот.

ВЖК синтезируют также гидрокарбокислированием олефинов в присутствии кислот, например H₂SO₄, HF, BF₃, при температуре 50-100°С,

давлении 5-15 МПа (процесс Коха). При использовании сокатализаторов (карбониллов меди и серебра) реакцию можно вести при 0-30°C и 0,1 МПа. Получают в основном смеси кислот изостроения. Они отличаются низкими температурами плавления и кипения, высокой вязкостью, хорошей растворимостью.

Недостатком метода является высокоагрессивная среда, дорогие катализаторы.

1.1.4. Производство ВЖК окислением б-олефинов

Разработка технологии производства синтетических жирных кислот из олефинов, которые могли бы использоваться для получения пластичных смазок и эмульсолов, не требующих применения чистых кислот (целью являлось получение достаточно простой, малозатратной технологии, которая бы не требовала крупных капиталовложений и основывалась на дешевом сырье).[7]

8

Перспективным альтернативным сырьем для получения ВЖК могли бы стать дешёвые фракции б-олефинов – C_{20-26} ; C_{28} и выше, т.к. линейные б-олефины являются крупнотоннажным продуктом.

Проведенные лабораторные исследования жидкофазного окисления б-олефинов фракций C_{20-26} и C_{28} и выше кислородом воздуха при условиях окисления, аналогичных окислению парафинов, применявшимся для получения жирных кислот. Реакцию осуществляли в лабораторном реакторе колонного типа, барботируя через фракцию олефинов воздух со скоростью 3-4 л/мин при нормальном давлении в интервале температур 80-130 °С в присутствии катализаторов (0,03-0,3%). В качестве катализаторов использовали стеарат кобальта, а также смесь калиевых, натриевых и марганцевых мыл, полученных из ВЖК C_{7-9} , натуральных жирных кислот, олеина технического и оксидата – продукта окисления олефинов. Изменяя температуру, время реакции, количество и порядок добавления (вместе с олефином или порционно в процессе окисления) катализатора, было установлено, что ниже температуры 110 °С окисление практически не идет.

Окисление при использовании в качестве катализатора смеси калиевых и марганцевых мыл идет лучше, чем при использовании только марганцевых соединений. Каталитическая активность стеарата кобальта сопоставима с соединениями марганца. Строение органического радикала солей марганца не оказывает существенного влияния на выход кислот. Максимальное кислотное число 69 было достигнуто при проведении процесса с использованием калий-марганцевых мыл (0,2% в пересчете на марганец) при температуре 115 °С в течение 36 часов. Большое значение числа омыления (124,3) свидетельствует о присутствии значительного количества побочных продуктов (эфиров, окисей, перекисей и др.). Увеличение времени реакции не является целесообразным, т.к. идет значительное замедление скорости процесса, кислотное число увеличивается незначительно, но увеличивается количество побочных продуктов и продуктов разложения.

9 Также были исследованы окисление олефинов воздухом в присутствии фталоцианинов меди и кобальта, промышленно доступных соединений. На фталоцианине кобальта (содержание в реакционной смеси 0,01%) при пропускании воздуха через олефины в течение 32 часов при 115-120°С был получен оксидат с кислотным числом 32 и числом омыления 81. Фталоцианин меди оказался менее эффективным, был получен оксидат с кислотным числом 14 через 25 часов окисления.

Процесс окисления олефинов кислородом воздуха требует дальнейших исследований в плане интенсификации, увеличения селективности, поиска новых катализаторов при соблюдении условия технологичности с одной стороны и низкой себестоимости получаемых СЖК – с другой.

Альтернативным окислению кислородом воздуха в присутствии катализаторов является метод озонирования высших б-олефинов озонно-кислородной смесью. Применение озона в химической технологии в последние годы увеличивается быстрыми темпами. К числу действующих относятся производства азелаиновой кислоты из олеиновой кислоты или соевого масла, гормональных препаратов и стероидов и др. Озон,

необходимый для процесса, получают при действии на кислород или воздух тихого электрического разряда в специальных генераторах. Озонаторы обеспечивают образование газовой смеси с содержанием озона до 10% вес. Эти смеси и используются для озонирования олефинов и других непредельных соединений.

При гидролизе или термолизе озонидов конечными продуктами в основном являются альдегиды и кислоты. Поскольку альдегиды легко окисляются, их нетрудно количественно превратить в кислоты. [7]

В качестве сырья для озонирования могут быть использованы индивидуальные олефины и технические фракции с определенными пределами выкипания (например, 140-180 °С, 180-240 °С, 200-240 °С), содержащие олефины C₆-C₈, C₈-C₁₀, C₁₀-C₁₄, C₁₀-C₁₆ и т.п. Изомерный состав олефинового сырья желательно иметь максимально однородный. Концентрация олефинов в сырье может колебаться от 10 до 100%, ароматических углеводородов и циклоолефинов не должно быть, а присутствие парафинов не влияет существенно на процесс, ибо в условиях озонирования они являются инертными до тех пор, пока олефин не превратится полностью в кислоты. Озонирование олефинов осуществляется при атмосферном давлении и умеренных температурах путем барботажа озонсодержащего газа через жидкие олефины или смеси олефинов с парафинами, при температурах от -40 до +13 °С. Поскольку реакция высокоэкзотермична, возникает вопрос об отводе реакционного тепла и выборе хладагента. При использовании водяного охлаждения наиболее предпочтительны температуры 10-35 °С. Озонирование можно проводить как периодическим, так и непрерывным процессом.

Предлагаемые технологии достаточно сложны и дорогостоящи. Так, карбоновые кислоты и кетоны получают озонированием и окислением олефинов в присутствии ОН-содержащего растворителя (вода, уксусная кислота или третичный спирт) при -78 +56 °С, окисляя озониды раствором хромовой кислоты в разбавленной серной кислоте.

В итоге, был сделан вывод, что технологии, основанные на озонировании б-олефинов либо на их окислении кислородом воздуха, несомненно могут стать достаточно перспективными способами получения недорогих высших синтетических жирных кислот, которые найдут прежде всего широкое применение в производстве пластичных смазок и смазочно-охлаждающих жидкостей. Однако эти процессы требуют серьезного изучения и поиска методов их интенсификации (например, применение роторно-пульсационных аппаратов, УФ-облучения, ультразвука и т.п.).

Более перспективным является метод жидкофазного окисления

Метод жидкофазного окисления технической фракции б-олефинов на однотарельчатой сетчатой колонне 40×900мм в присутствии стеарата кобальта, при температуре 130 °С, времени – 2,5ч, количестве катализатора – 0,07%, скорость воздуха – 2,5 л/мин, даёт возможность получать смесь кислородсодержащих соединений со средним молекулярным весом 536, содержащая карбонильные, гидроксильные и карбоксильные группы. Высокие йодные числа полученного оксидата указывают на наличие непредельных веществ. Для выделения кислот из оксидата предлагается экстракция водным раствором карбоната натрия с последующим подкислением щелочной фазы. Другой метод получения карбоновых кислот окислением олефинов кислородом воздуха включает использование в качестве иницирующей добавки органических перекисей. Смесь высших б-олефинов окисляют кислородом воздуха при 75-110 °С в присутствии 1% перекиси третбутила до 20%-ной конверсии, затем добавляют 1% стеарата марганца и продолжают окисление. Длительность процесса - 8-12 часов. Кислоты экстрагируют раствором карбоната натрия. (Конверсия – 75%). Карбоновые кислоты получали также при окислении б-олефинов C₄-C₂₀ кислородом воздуха при 100-160 °С в присутствии нитрата кобальта Co(NO₃)₃ и азотной кислоты. В качестве растворителя использовали низкомолекулярные жирные кислоты. Выход кислот составляет не более 75%.

Рассмотренные способы получения ВЖК имеют свои преимущества и недостатки. На наш взгляд, метод окисления парафинов кислородом воздуха имеет существенные преимущества, поэтому в данной выпускной квалификационной работе разработан именно этот метод.

1.2. Физико-химические основы процесса окисления парафинов

Окисление — наиболее распространенный метод получения различных кислородсодержащих соединений из углеводородного сырья и некоторых функциональных производных углеводородов различных классов. Практическое значение процессов окисления в промышленности основного органического и нефтехимического синтеза трудно переоценить. Это обусловлено, в первую очередь, многообразием реакций окисления, что позволяет использовать их для первичной переработки углеводородного сырья и производить на их основе различные ценные соединения (спирты, моно- и дикарбоновые кислоты и их ангидриды, оксиды, нитрилы и др.), являющиеся растворителями, промежуточными продуктами органического синтеза, мономерами и исходными веществами в производстве полимерных материалов, поверхностно-активных веществ, пластификаторов и т. д. Во-вторых, доступностью и низкой стоимостью большинства окислителей, среди которых главное место занимает кислород воздуха. Это определяет более высокую экономичность синтеза ряда продуктов методами окисления по сравнению с другими способами их производства. В ряде процессов в качестве агентов окисления можно использовать гипохлориты, хлораты, перманганаты, азотную кислоту и оксид азота (IV), сульфат ртути, оксиды и пероксиды некоторых металлов, пероксид водорода.

В окислительных превращениях следует различать полное и неполное окисление. Под полным окислением понимают процесс сгорания органических веществ с образованием воды, диоксида углерода, оксидов азота и серы. Основное назначение этого процесса — получение тепловой энергии для промышленности, транспорта и в быту. Но в промышленности

органического синтеза этот процесс является нежелательным, так как ведет к снижению выхода целевого продукта и большому количеству выделяемого тепла.

Имеющие промышленное значение реакции неполного (частичного) окисления можно, разделить на три основные группы.

1. Окисление без разрыва связи C—C. В этом случае окисление может протекать: по насыщенному атому углерода парафинов, циклопарафинов, олефинов; по боковым цепям алкилароматических соединений; по частично окисленным атомам углерода в спиртах и альдегидах; по двойной связи олефинов с образованием карбонильных соединений или б-оксидов (эпоксидирование); по атомам серы, фосфора и других элементов.

2. Деструктивное окисление. В этом случае окисление может протекать по связям: C—C, C = C, C=C, C_{аром}—C_{аром}.

3. Окислительная конденсация, окислительный аммонолиз — окисление, сопровождающееся связыванием молекул исходных реагентов.

13

Кроме перечисленных, промышленное значение имеют также процессы окислительного дегидрирования, занимающие промежуточное положение между окислением и дегидрированием.

При получении ВЖК имеет место 1 группа, так как наиболее ценные высшие фракции.

1.2.1. Теоретические основы процесса

Теория цепных реакций окисления, которую разработал академик Н. Н. Семенов явилась научным фундаментом для разработки эффективных технологических процессов получения различных кислородсодержащих соединений: уксусной кислоты и метилэтилкетона окислением бутана; фенола и ацетона окислением кумола; пропиленоксида сопряженным окислением пропилена и уксусного альдегида; высших жирных спиртов и синтетических жирных кислот окислением n-парафинов; нитрила акриловой

кислоты окислительным аммонолизом пропилена; оксидов, альдегидов и малеинового ангидрида окислением олефинов; формальдегида и метанола окислением метана; бутадиена окислительным дегидрированием бутенов и целого ряда других процессов.

Окисление относится к числу сильноэкзотермических процессов органического синтеза (ДН°298 в зависимости от исходного сырья и получаемого конечного продукта колеблется от 150 до 1800 кДж/моль), а ДС сравнительно невелико, поэтому изобарный потенциал имеет отрицательные значения в широком температурном интервале и окисление протекает практически полностью. Для осуществления этих реакций важно знать зависимость скорости окисления от температуры, давления, концентрации реагентов и присутствия катализатора. Выход продуктов окисления определяется в основном кинетическими факторами.

14 Кинетика реакций окисления зависит от многих факторов: поверхностных эффектов (природа поверхностей), присутствия примесей, температуры, соотношения реагентов, фазового состояния системы (гомогенная, гетерогенная, системы газ — жидкость, газ — твердое тело и т. д.); природы окисляемых соединений (насыщенные, ненасыщенные, молекулярная масса, структура и т. д.) и агентов окисления (O_2 , O_3 , $KMnO_4$ и т.д.); присутствия и природы активаторов (атомы, свободные радикалы, излучение и т. д.), катализаторов (металлы, их оксиды и т. д.).

При получении продуктов неполного окисления кроме последовательности реакций важно знать соотношение между скоростями образования продуктов (например, при получении формальдегида из метана основная трудность заключается в том, что разложение и образование формальдегида идут почти с одинаковой скоростью; окисление высших углеводородов в газовой фазе ограничено их летучестью — если температура, при которой они испаряются, слишком высока, скорость термического разложения может оказаться выше скорости окисления; кислород может иногда инициировать термическое разложение при

температурах более низких, чем требуется для термического разложения). Большие выходы продуктов получаются, если проводить процесс в жидкой или газовой фазе при небольших степенях конверсии. При повышении давления степень конверсии увеличивается.

Важной характеристикой окисления является период индукции: он может длиться от нескольких секунд до нескольких часов. Продолжительность его уменьшают повышением температуры или добавлением промоторов (пероксидов, альдегидов и др.).

Способность к окислению атомов углерода зависит от энергии разрыва связи C—H и возрастает в ряду $C_{\text{трет}} > C_{\text{втор}} > C_{\text{перв}} > C_{\text{аром}}$

Во избежание превращения сырья в продукты полного окисления и достижения большой степени конверсии и селективности процесс ведут при массовом соотношении кислород : сырье, равном (1 : 10) — (1 : 20), и применяют рециркуляцию.

Первичным молекулярным продуктом при окислении углеводорода является вторичный гидропероксид. В несколько упрощённом виде механизм окисления представлен на рис. 2 [3].

При жидкофазном окислении из-за высокой концентрации углеводородов образование свободных радикалов более вероятно по тримолекулярной реакции 1б, чем по бимолекулярной 1а.

Образующийся в процессе гидропероксид далее превращается в молекулярные продукты— спирты, кетоны, сложные эфиры и т. д. Продукты, окисления в большинстве своем более реакционноспособны, чем исходный углеводород, и подвергаются дальнейшему окислению со сравнительно большей скоростью.

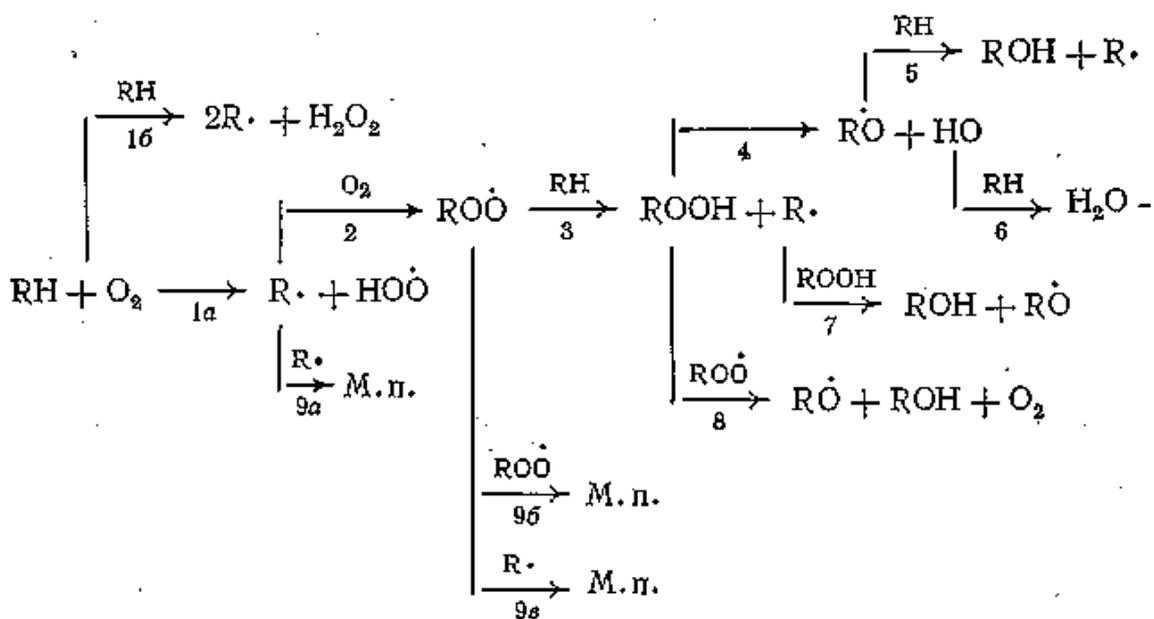
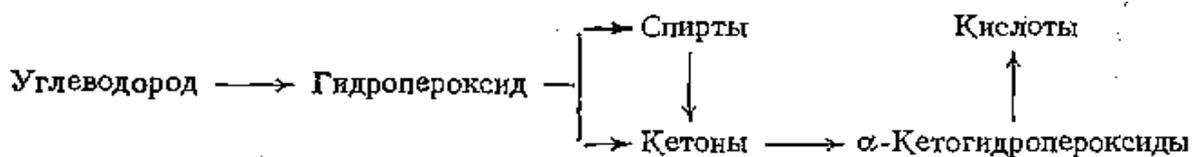


Рис. 2. Схема цепного свободно-радикального механизма с вырожденным разветвлением. Где 1а, 1б.— зарождение цепи; 2, 3 — продолжение цепи; 4— 8 — вырожденное разветвление; 9а—9в—обрыв цепи; М.п.— молекулярные продукты

16

Экспериментальные данные позволяют принять такую последовательность окислительных превращений углеводорода:



На начальном этапе окисления углеводорода скорость образования промежуточных кислородсодержащих соединений больше скорости их последующего превращения, в результате чего концентрация этих соединений возрастает во времени.

С другой стороны, по мере роста их концентрации скорость превращения кислородсодержащих соединений увеличивается. Это приводит к состоянию, при котором скорости образования и превращения промежуточных соединений становятся практически равными, а суммарная концентрация их — максимальной для данных условий. Максимально

возможная концентрация этих соединений зависит от их реакционной способности: чем меньше реакционная способность промежуточного соединения, тем выше его кинетически равновесная концентрация и, следовательно, тем больше его доля в продуктах окисления.

Окисление спиртов по гидроксильной группе протекает в 1,5—2,0 раз быстрее, чем по метиленовым группам, и в случае вторичных спиртов приводит к образованию главным образом кетонов. При дальнейшем окислении кетонов получают продукты более глубокого окисления — кислоты, сложные эфиры, оксикислоты, лактоны и др. При образовании кислот происходит разрыв углеродной цепочки исходной молекулы. Поэтому карбоксилсодержащие продукты окисления могут значительно отличаться от исходного углеводорода по молекулярной массе.

Эти процессы лежат в основе выбранного нами метода окисления парафинов кислородом воздуха.

2. Технологическая часть

2.1. Характеристика сырья

Сырьём для получения ВЖК, предусмотренного нами в данном проекте, является парафин.

Парафины – это предельные углеводороды алканового (алифатического или жирного) ряда, имеющие формулу C_nH_{2n+2} , вне зависимости от их места, занимаемого в этом ряду, а также от физических свойств и химической структуры. Так, к парафинами относят в равной степени и газообразный метан CH_4 , и н-гептаконтан $C_{70}H_{142}$, плавящийся при $105,2\text{ }^\circ\text{C}$.

В технике понятие парафин означает продукт, который представляет собой массу, состоящую из углеводородов предельного ряда и имеющую белый или желтоватый цвет, в зависимости от наличия в ней масел и смол. В дальнейшем парафинами будут называться концентраты предельных углеводородов преимущественно нормального строения (от C_9 до C_{40}), выделенные из нефти или из каких-либо других продуктов.

18

Парафины-сырцы [18] содержат до 6 вес.% масла, имеют запах, плохую стабильность цвета и пониженную прочность на разрыв. Их выпускают двух сортов: белые (большая часть) и желтые. К парафинам-сырцам относятся также и спичечный парафин, имеющий температуру плавления $40\text{—}47\text{ }^\circ\text{C}$ и повышенное содержание масла. Полуочищенные парафины проходят только легкую очистку для улучшения цвета; они содержат 0,6—3 вес.% масла, температура их плавления— от 48 до $57\text{ }^\circ\text{C}$. Наиболее распространены полностью очищенные парафины; температура плавления их обычно от 50 до $60\text{ }^\circ\text{C}$ и выше, содержание масла менее 0,5 вес.%, они не имеют ни запаха, ни вкуса.

Согласно ГОСТ 23683-89 [18], к парафинам предъявляются следующие технические требования:

Твердые парафины должны изготавливаться в соответствии с требованиями настоящего стандарта из сырья и по технологии, утвержденным в установленном порядке.

Марки

По степени очистки твердые нефтяные парафины подразделяют на высокоочищенные и очищенные.

Марки твердых парафинов устанавливаются в зависимости от степени очистки и области применения:

П-1 - высокоочищенный парафин, применяется при изготовлении тары и упаковочных материалов жесткой конструкции, клеев и расплавов, имеющих соприкосновение с пищевыми продуктами и применяемых при повышенных температурах, при изготовлении косметических препаратов и в фармацевтической промышленности;

П-2 - высокоочищенный парафин, применяется для покрытия и пропитки гибкой упаковки пищевых продуктов, сохраняющей эластичность при пониженных температурах, а также в качестве компонентов сплавов для покрытия деревянных, бетонных, металлических емкостей, предназначенных для хранения пищевых продуктов; в производстве различных восковых составов, изделий медицинской техники и косметических препаратов. В₂, В₃, В₄, В₅ - высокоочищенные парафины, предназначены для использования в различных отраслях промышленности, предъявляющих особые требования к чистоте изделий, в частности марка В₂ может применяться для изготовления резинотехнических изделий.

Т-1, Т-2, Т-3, С - очищенные парафины технического назначения, предназначены для использования, как правило, в качестве сырьевых материалов в различных отраслях промышленности: Т-1 - применяется для изготовления товаров бытовой химии, в частности свечей, и в других отраслях народного хозяйства; Т-2 - применяется для использования в химической, нефтехимической промышленности и в других отраслях народного хозяйства; Т-3 - применяется для пропитки и покрытий

технических сортов бумаги, картона, текстиля, деревянных и металлических поверхностей; допускается применение в нефтехимической промышленности; С - применяется в нефтехимической промышленности для производства синтетических жирных кислот.

Характеристика парафина

По физико-химическим показателям парафина должны соответствовать требованиям и нормам, указанным в таблице 1.

Рассмотрим характеристики парафина марки «С», используемого для производства синтетических жирных кислот:

Таблица 1

Характеристика парафина марки «С»

№ п/п	Наименование показателя	Значение	Метод испытания
1	Внешний вид	Кристаллическая масса белого цвета. Допускаются оттенки серого или жёлтого.	Визуально
2	Температура плавления, °С	45,0-52,0	По ГОСТ 4255 – для высокоочищенных
3	Массовая доля масла, %, не более	2,20	По ГОСТ 9090
4	Цвет, условные марки, не более	12	По ГОСТ 25337
5	Запах	Отсутствие	По п. 3.3
6	Содержание бензпирена	Отсутствие	По п. 3.4
7	Пенетрация иглой при 25 °С, единицы, не более	12	По ГОСТ 25771
8	Фракционный состав:		По ГОСТ 10120
	5% выкипает при температуре, °С, не ниже	320	
	До 400 °С перегоняется %, не менее	60	
	До 425 °С перегоняется %, не менее	80	
	97% перегоняется, °С, не выше	460	
9	Температура вспышки, определяемая в закрытом тигле, °С, не ниже	160	По ГОСТ 6356
10	Массовая доля серы, %, не более	0,05	По ГОСТ 1437

	не более		
11	Массовая доля воды, %, не более	0,2	По ГОСТ 2447
12	Содержание механических примесей	Отсутствие	По ГОСТ 6370
13	Содержание фенола	Отсутствие	По ГОСТ 1057
14	Содержание фурфурола	Отсутствие	По ГОСТ 1520
15	Содержание водорастворимых кислот и щелочей	Отсутствие	По ГОСТ 6307

2.2. Характеристика готовой продукции

В процессе производства ВЖК, получают смесь различных фракций. Характеристика фракций ВЖК представлена в табл. 2 [18]

Таблица 2

Характеристика фракций высших жирных кислот

№ П/п	Показатель	C ₁₀ -C ₁₃	C ₁₀ -C ₁₆	C ₁₂ -C ₁₆	C ₁₇ -C ₂₀
1	Внешний вид и цвет при 20±5 °С	Мазеобразные продукты от белого до светло-жёлтого цвета		Твёрдый продукт от белого до светло-жёлтого цвета	
2	Цветность по йодной шкале, мг I ₂ /100 см ² , не более	7,0-10,0	6,0-8,0	7,0-8,0	7,0-11,5
3	Кислотное число, мг КОН/г, не более	275-300	240-260	235-265	195-210
4	Эфирное число, мг КОН/г, не более	5,0	4,5	5,0	6,5
5	Карбонильное число, мг КОН/г, не более	12	12	12	14,5
6	Содержание неомыляемых веществ, % по массе, не более	1,5	2,1	2,0	4,5
7	Температура плавления, °С	-	25-35	25-35	45-53
8	Температура вспышки, °С	125	137	140	173
9	Температура воспламенения, °С	168	176	185	197
10	Температура самовоспламенения, °С	240	330	345	343
Примечание: Температуры застывания: 25-35 °С (фракция C ₁₀ -C ₁₆), 45-51 °С (C ₁₇ -C ₂₀).					

2.3. Выбор и обоснование технологической схемы производства.

Материальные потоки

Для разработки технологической схемы рассмотрим принципиальную схему производства ВЖК окислением парафинов кислородом воздуха, представленную на рис. 1.

При окислении твердых парафинов в результате основных и побочных реакций конечный продукт представляет собой сложную смесь жирных кислот, спиртов, оксикислот, лактонов, эфиров, карбонильных соединений и неокисленных углеводородов. Разделение этих продуктов и получение их в товарном виде является большой и сложной технологической задачей.

Процесс жидкофазного окисления парафина кислородом воздуха протекает в присутствии катализатора — соединений марганца (например, перманганата калия), а также солей низкомолекулярных карбоновых кислот. Марганцево-калиевый катализатор играет при окислении парафина двойную роль. В начальной стадии окисления он ускоряет процесс, инициируя цепную реакцию. В процессе реакции марганцевокалиевый катализатор, растворенный в окисляемом парафине, ускоряет и регулирует процесс дальнейшего распада гидропероксидов и тем самым способствует быстрому образованию жирных кислот и минимальному накоплению побочных продуктов. Существенное влияние на скорость окисления и состав оксидата оказывает количество вводимого катализатора. Обычно концентрация катализатора KMnO_4 составляет 0,2—0,3%. [4]

Более эффективным является гомогенный катализатор, представляющий собой марганецнатриевые или марганецкалиевые соли синтетических жирных кислот. В качестве сырья для получения компонентов катализатора используют 25%-ный раствор сульфата марганца, 40%-ный раствор гидроксида натрия и фракцию синтетических жирных кислот C_5 — C_{10} . С изменением концентрации катализатора в реакционной смеси выход кислот меняется. На скорость процесса жидкофазного окисления парафина большое влияние оказывает температура. Реакция окисления парафина

экзотермическая, на 1 кг превращенного парафина выделяется 2090 кДж. Поэтому во избежание повышения температуры процесса выделяемое тепло необходимо отводить.

В начале процесса, когда карбоновые кислоты только накапливаются, поддерживается температура 125—130 °С, а затем ее снижают до 105 °С; продолжительность окисления составляет 16—24 ч. Процесс проводится до степени окисления парафина не более 30—35%, что соответствует кислотному числу 70 мг КОН на 1 г оксидата.

Окисление проводят при атмосферном давлении в реакторе барботажного типа. Воздух подается в нижнюю часть колонны через распределительные устройства с большим числом мелких отверстий (диаметром 1—2 мм). Скорость подачи воздуха составляет 60—70 м³/ч на 1 т парафина (линейная скорость 0,1 м/с). Увеличение скорости подачи воздуха не оказывает влияния на соотношение продуктов реакции, но при этом возрастает количество веществ, уносимых воздухом.

23

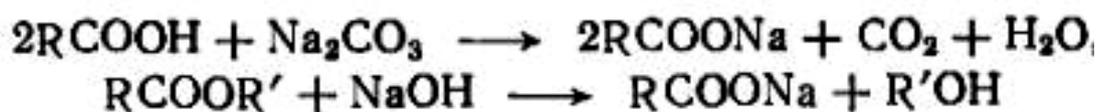
Полученную смесь кислот разделяют перегонкой.

Технологическая схема производства ВЖК

Существует несколько вариантов аппаратного оформления производства ВЖК окислением парафинов. На рис. 4 приведена выбранная нами оптимальная для данного производства ВЖК технологическая схема.

Свежий парафин и продукт со стадии разделения (так называемые неомыляемые-1) в отношении 1:2, а также катализатор смешивают в аппарате 1. Шихту подают на окисление в колонну 2, работающую периодически. Она выполнена из алюминия или легированной стали, имеет рубашку для подогрева или охлаждения, выносной холодильник для отвода тепла и распределительное устройство для ввода воздуха. Газ с верха колонны промывают водой в колонне 3 для поглощения низших кислот, очищают от примесей дожиганием в печи 4 и выбрасывают в атмосферу.

Оксидат после завершения реакции и охлаждения до 80-90°C спускают в отстойник 5, где отделяют катализаторный шлам, из которого регенерируют катализатор. В колонне 6 водой, стекающей из колонны 3 отмывают оксидат от низших, водорастворимых кислот. Затем его обрабатывают водным раствором соды в омылителе 7, переводя свободные кислоты в соли, и водным раствором щелочи в омылителе 8, где происходит гидролиз сложных эфиров и лактонов:



24

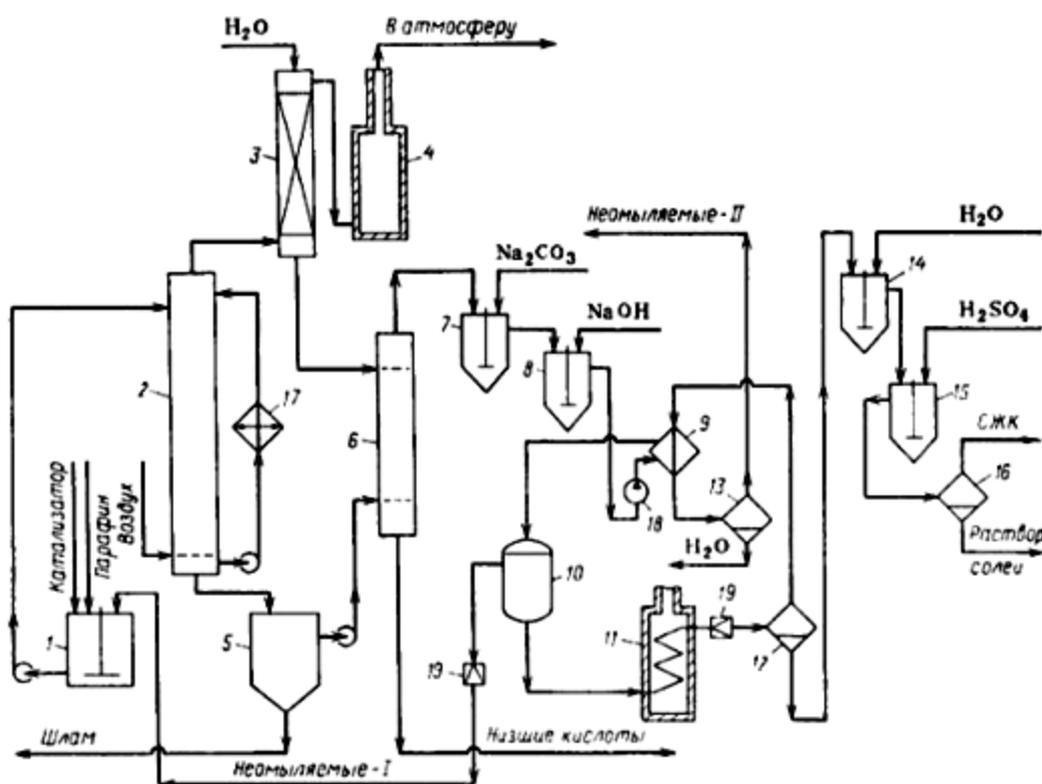


Рис. 4. Технологическая схема получения карбоновых кислот

окислением парафина

1 – смеситель; 2 – окислительная колонна; 3, 6 – промывные колонны; 4 – печь дожигания; 5 – отстойник; 7, 8 – омылители; 9 – теплообменник; 10 – автоклав; 11 – трубчатая печь; 12, 13, 16 – сепараторы; 14, 15 – аппараты с мешалками; 17 – холодильник; 18 – насос; 19 – редуциционные клапаны.

Омыление трудногидролизуемых веществ завершается под давлением 2 МПа в теплообменнике 9 и автоклаве 10 при 180°C. В автоклаве отделяют водный раствор солей карбоновых кислот от неомыляемых-1, которые возвращают на приготовление исходной шихты. Однако мыло из автоклава 10 еще содержит неомыляемые; их приходится отгонять при высокой температуре, способствующей улучшению качества кислот. Для этого нагревают мыло в трубчатой печи 11 до 320-340°C и дросселируют смесь, отделяя пары летучих веществ в сепараторе 12. После конденсации паров в теплообменнике 9 разделяют конденсат в сепараторе 13 на водную и органическую фазу; последняя представляет собой так называемые неомыляемые-П. Их возвращают на окисление или выделяют из них спирты.

Мыло из сепаратора 12 растворяют в воде в смесителе 14, обрабатывают серной кислотой в аппарате 15 и отделяют раствор солей в сепараторе 16 от свободных кислот. Последние перегоняют в нескольких кубах с дефлегмирующими колонками (на схеме не показано) при 1,33 Па, отбирая фракции кислот C₅-C₆, C₇-C₉, C₁₀-C₁₆, C₁₇-C₂₀. Остаток представляет собой смесь кислот >C₂₀ и дикарбоновые кислоты (их возвращают на окисление). Фракции C₅-C₆, C₇-C₉ используются для получения сложно-эфирных пластификаторов; C₁₂-C₁₆ для получения туалетного мыла; C₁₈-C₂₀ получение хозяйственного мыла. возвращается на окисление. Суммарный выход кислот составляет 80 %.

Нормы технологического режима

В таблице 3 приведены нормы технологического режима производства ВЖК

Таблица 3

Технологические параметры участка производства ВЖК

№ П/П	Наименование стадии процесса	Технологический параметр	Значение
1	Подача воздуха	Объёмный расход на тонну парафина	70 м ³ /ч, линейная скорость 0,1 м/с.
2	Окисление парафина	Температура, время	125-130 °С (низ колонны) 105-110 °С (верх колонны), 24 ч.
3	Подача смеси парафин-возвратный парафин	Соотношение	1/3:2/3
4	Приготовление р-ра катализатора	Концентрация	0,2 – 0,3 % масс. перманганата
5	Контроль процесса	Кислотное число реакционной массы	70 мг КОН/г оксидата
6	Конденсация продуктов реакции	температура	80 °С

Исходные данные для расчёта материального баланса

Для расчёта материального баланса необходимы данные, приведенные в таблице 4

26

Таблица 4

Исходные данные для расчёта материального баланса

№П/П	Наименование	Значение
1	Производительность цеха	10 т/сут
2	Конверсия	35%
3	Селективность по ВЖК*	85%
4	Соотношение смеси	1/3:2/3
5	Селективность по фракциям** (C _x -число атомов углерода):	
	10	2,7 %
	11	2,8 %
	12	3,3 %
	13	3,7 %
	14	4,2 %
	15	4,5 %
	16	5,3 %

17	5,7 %
18	5,8 %
19	6,3 %
20	6,3 %
21	6,2 %
22	5,7 %
23	5,5 %
24	5,2 %
25	5,1 %
26	5 %
27	4,7 %
28	4,6 %
29	4 %
30	3,4 %

*Данные взяты из [3]

**Данные о селективности взяты из [4]

27

Для расчёта материального баланса необходимо знать среднюю молекулярную массу продуктов реакции. Для этого воспользуемся формулой [12, стр. 24] и средствами программы Microsoft Office Excel. Таким образом, учитывая селективность каждой фракции, средняя молекулярная масса продуктов реакции равна 298,04 кг/кмоль, что соответствует кислоте $C_{18}H_{37}COOH$.

Блок-схема для расчёта материального баланса

Блок-схема для расчёта материального баланса приведена на рис. 5



28

Рис. 5. Блок схема для расчёта материального баланса

2.4. Материальные расчёты и балансы

Материальный баланс технологический - соотношение количеств веществ, введённых и полученных в химико-технологическом процессе. Материальный баланс составляют по уравнению основной суммарной реакции с учётом побочных реакций; он базируется на законе сохранения массы (в данном случае общая масса поступающих в производство материалов равняется массе выходящих материалов). Материальный баланс составляют в расчёте на единицу сырья или продукции или для одного аппарата или машины в единицу времени. Материальный баланс —

составная часть проекта новых производств или анализа работы существующих.[14]

Как видно из рис. 5, входящими потоками являются:

-Рафинированный парафин

-Возвратный парафин

-Воздух

-Катализатор

А выходящими –

- ВЖК

-Побочные продукты

-отходящие газы

-катализатор

-непрореагировавший парафин

Таким образом, имея эти данные, можно рассчитать материальный баланс участка получения ВЖК окислением парафинов кислородом воздуха в расчёте на 1 т/сут ВЖК.

29

ПРИХОД:

1) Расчёт парафина

Задана производительность – 1 т/сут. Зная степень конверсии и селективность, среднюю молекулярную массу готового продукта, рассчитаем по уравнению реакции количество парафина со средней молекулярной массой 422 кг/кмоль (парафин $C_{30}H_{62}$), кислорода и воды, исходя из схемы реакции:

х кг у кг 1 т z кг



19·422 кг/кмоль 39,5·32кг/кмоль 30·298 кг/кмоль 19·18

кг/кмоль

Парафин:

$$x = \frac{19 \cdot 422 \cdot 1}{30 \cdot 298} = 0,89687m$$

теоретически, с учётом конверсии и выхода(15% отходов):
 $0,89687 / (0,35 \cdot 0,85) = 3,01468$ т;

Кислород:

$$y = \frac{39,5 \cdot 32 \cdot 1}{30 \cdot 298} = 0,14139m$$

Вода:

$$z = \frac{19 \cdot 18 \cdot 1}{30 \cdot 298} = 0,03826m$$

2) Возвратный парафин:

Согласно нормам технологического режима, соотношение парафин-возвратный парафин – 1/3:2/3. Следовательно, зная общее количество парафина, количество возвратного рассчитаем по уравнению:

$$3x = 3,01468 \text{ т,}$$

$$x = 1,00489 \text{ т.}$$

Количество рафинированного парафина – 1,00489 т;

Количество возвратного парафина – 2,00979 т.

Выше, учтён парафин, расходуемый на окисление до ВЖК, однако, часть парафина расходуется на крекинг с получением низкомолекулярных соединений, его количество равно количеству отходов – 15%, т.е. 0,15 т, т.к. при термическом крекинге не происходит изменение суммарной молекулярной массы продуктов и исходных веществ.

3) Расчет кислорода и азота

Согласно нормам технологического режима, на 1 т парафина подаётся 70 м³/ч воздуха, что составляет 1680 м³/сут. Из них:

$$1680 \cdot 0,21 = 352,8 \text{ м}^3 = 352,8 \cdot 32 / 22,4 = 0,504 \text{ т кислорода;}$$

$$1680 \cdot 0,79 = 1327,2 \text{ м}^3 = 1327,2 \cdot 28 / 22,4 = 1,659 \text{ т азота.}$$

$$\text{Итого воздуха: } 1,659 + 0,504 = 2,163 \text{ т.}$$

Катализатор

4) Для окисления парафинов необходимо 0,3% масс. перманганата калия. Зная количество парафина, найдём количество катализатора:

$$M_{\text{перманганата}} = 3,01468 \cdot 0,003 = 0,009 \text{ т.}$$

РАСХОД:

ВЖК:

1) Задана производительность ВЖК 1 т/сут.

Отходы

2) Согласно исходным данным, количество отходов составляет 15% от общего количества ВЖК, их масса

$$1 \cdot 0,15 = 0,15 \text{ т;}$$

Отходящие газы

3) В отходящих газах содержатся пары воды, избыток кислорода, азот.

Количество водяного пара: 0,03826 т.

31 Согласно уравнению реакции, на 1 т ВЖК требуется 0,14139 т кислорода, а на процесс окисления подаётся 0,504 т. Т.о. избыток кислорода составит:

$$0,504 - 0,14139 = 0,36261 \text{ т.}$$

Количество вышедшего азота равно количеству пришедшего – 1,659 т

Катализатор

4) Так как катализатор не расходуется в процессе химической реакции, то его расход равен приходу. (0,009 т)

Парафин

Количество парафина, который отводится из зоны реакции и поступает на рафинирование, рассчитывается как разница между возвратным парафином (количество строго регламентировано нормами технологического режима) и непрореагировавшим:

Непрореагировало парафина:

$$M_{\text{непрореаг. параф.}} = 3,01468 - 0,89687 = 2,11781 \text{ т.}$$

$$M_{\text{параф. на рафинир}} = 2,11781 - 2,00979 = 0,10802 \text{ т.}$$

В таблице 5 приведен материальный баланс участка синтеза 1 т ВЖК.

Таблица 5

Материальный баланс на 1 т ВЖК

ПРИХОД		м, т	РАСХОД		м, т
Парафин		3,166468	ВЖК		1
Воздух	Кислород	0,504	Отходящие газы	Вода	0,03826
	Азот	1,659		Кислород	0,36261
				Азот	1,659
Катализатор		0,009	Побочные продукты		0,15
			Катализатор		0,009
			Возвратный парафин		2,00979
			Парафин на рафинирование		0,10802
<u>ИТОГО</u>		<u>5,338468</u>	<u>ИТОГО</u>		<u>5,33668</u>

32

В таблице 6 представлен материальный баланс в расчете на суточную производительность. (20 т/сут)

Таблица 6

Материальный баланс на 20 т ВЖК

ПРИХОД		м, т	РАСХОД		м, т
Парафин		63,32936	ВЖК		20
Воздух	Кислород	10,08	Отходящие газы	Вода	0,7652
	Азот	33,18		Кислород	7,2522
				Азот	33,18
Катализатор		0,18	Побочные продукты		3
			Катализатор		0,18
			Возвратный парафин		40,196
			Парафин на рафинирование		2,1604
<u>ИТОГО</u>		<u>106,76936</u>	<u>ИТОГО</u>		<u>106,7338</u>

2.5. Выбор и обоснование основного и вспомогательного производственного оборудования.

Спецификация оборудования

Основным технологическим оборудованием на участке синтеза ВЖК принимаем окислительную колонну (6, рис. 4). Очевидно, что именно в этом аппарате происходит основная стадия синтеза ВЖК – окисление парафинов. Спецификация оборудования приведена в табл. 7.

Таблица 7

Спецификация оборудования

№ П/П	Наименование	кол.	Материал	Техническая характеристика	Основные габариты, мм	Объём, м ³
1	Сборник парафина	1	Нж/сталь	Вертикальный цилиндрический со змеевиком для обогрева	D=4800 H=6000	80
2	Мерник для раствора катализатора	1	Нж/сталь	Вертикальный, цилиндрический	D=1800 H=2000	5
3	Фильтр	1	сборный	Горизонтальный фильтровальной перегородкой	D=1000 H=800	-
4	Смеситель	1	Нж/сталь	Вертикальный, цилиндрический, пропеллерной мешалкой и рубашкой для обогрева	D=2000 H=2000	6
5	Паровой насос	1	сборный	Шестерный тип ШЗ-45-1,6	-	-
6	Окислительная колонна	5	X23H28M ЗДЗТ	Вертикальная, цилиндрическая, со змеевиками для обогрева и для охлаждения	D=2800 H=12000	72
7	Конденсатор	1	Нж/сталь	Вертикальный, цилиндрический, змеевиковый.	D=1500 H=1800	-
8	Промывной скруббер	1	Нж/сталь	Вертикальный, цилиндрический, керамической насадкой	D=500 H=8000	-
9	Сепаратор	1	Нж/сталь	Вертикальный, цилиндрический	D=300 H=2000	1,3
10	Сборник	1	Нж/сталь	Горизонтальный,	D=1500	5,5

	конденсата			цилиндрический	L=3000	
11	Сборник водного конденсата	1	Нж/сталь	Горизонтальный, цилиндрический	D=1500 L=2200	6,3
12	Сборник масляного конденсата	1	Нж/сталь	Горизонтальный, цилиндрический	D=1500 L=2200	6,3
13	Мерники для щёлочи	1	Нж/сталь	Вертикальный, цилиндрический	D=2000 H=4000	12,5
14	Смеситель	1	Нж/сталь	Вертикальный, цилиндрический, пропеллерной мешалкой	D=2800 H=5000	30
15	Промывная колонна	1	Нж/сталь	Вертикальная, цилиндрическая, керамической насадкой	D=500 H=8000	-
16	Сборник окисленного парафина	1	Нж/сталь	Горизонтальный, цилиндрический	D=1500 L=3000	5,5
17	Насос	1	сборный	Центробежный	D=2000 L=2000	-
18	Омылитель первой ступени	1	Нж/сталь	Вертикальный, цилиндрический, змеевиком для обогрева и пропеллерной мешалкой	D=3000 H=5000	35
19	Печь	1	Ст3	Трубчатая, с разделителем	D=2000 L=10000 H=5000	-
20	Мерник	1	Нж/сталь	Вертикальный, цилиндрический	D=1800 H=1500	3,8
21	Мерник	1	Нж/сталь	Вертикальный, цилиндрический	D=1500 H=2000	4
22	Аппарат для растворения	1	12X18Н10Т	Вертикальный, цилиндрический	D=2000 H=1500	5
23	Высадитель	1	X18Н10Т	Вертикальный, цилиндрический	D=1800 H=1500	4
24	Промывная колонна	1	Нж/сталь	Вертикальная, цилиндрическая, керамической насадкой	D=800 H=9000	-
25	Поглотительная колонна	1	Нж/сталь	Вертикальная, цилиндрическая, керамической насадкой	D=500 H=8000	-
26	Холодильник	1	Нж/сталь	Вертикальный, цилиндрический кожухотрубный	D=1500 H=2500	-
27	Разделитель	1	Нж/сталь	Вертикальный, цилиндрический	D=1500 H=1300	2,3
28	Холодильник	1	Нж/сталь	Вертикальный, цилиндрический кожухотрубный	D=1500 H=2500	-

2.6. Технологические и тепловые, энергетические расчёты основного оборудования

Тепловой баланс составляется с целью расчёта количества теплоты, которую необходимо подвести или отвести для обеспечения в аппарате заданного температурного режима.

Тепловой баланс составляется на основе закона сохранения энергии – количество подводимой энергии равно количеству отводимой из него:

$$\sum Q_{\text{вх}} = \sum Q_{\text{вых}} \quad (8)$$

Где левая часть уравнения – сумма всей энергии, подводимой в аппарат, правая – сумма энергии отводимой из него.

Соответственно:

$$\begin{aligned} \sum Q_{\text{вх}} &= Q_1 + Q_2 + Q_3 \\ \sum Q_{\text{вых}} &= Q_4 + Q_5 + Q_6 \end{aligned} \quad (9)$$

35

Где Q_1 – количество теплоты, вносимое всеми материальными потоками;

Q_2 – количество теплоты, которое не обходимо подвести или отвести;

Q_3 – количество теплоты, которое выделяется или поглощается в результате химической реакции или физических процессов;

Q_4 – количество теплоты, выносимое всеми материальными потоками;

Q_5 - потери тепла в окружающую среду;

Q_6 – количество теплоты, расходуемое на нагревание отдельных деталей и частей аппарата.

В таблице 8 приведены удельные теплоёмкости веществ, участвующих в теплообмене.

Таблица 8

Удельные теплоёмкости веществ [12]

Вещество	Средняя удельная теплоёмкость, кДж/кг·К
Парафин	2,1
Азот	1,042
Кислород	0,92
Водяной пар	4,183
ВЖК	2,345
Отходящие газы (низшие алканы)	2,178
Катализатор (KMnO ₄ кр.)	18,8

Основываясь на данных материального баланса, рассчитаем Q_1 и Q_4 :

$$Q_1 = Q_{\text{парафин}} + Q_{\text{азот}} + Q_{\text{кислород}} + Q_{\text{катализатор}} \quad (10)$$

36

1. Расчёт количества теплоты вносимой и выносимой материальными потоками

Теплоты, вносимые или выносимые каждым материальным потоком, определим по формуле: $Q = c \cdot G \cdot T$ (11)

Где:

T-абсолютная температура потока, К;

G- массовый расход потока, кг/сут;

c- удельная теплоёмкость потока;

Таким образом, вносимая энергия:

$$Q_{\text{парафин}} = 2,1 \cdot 63329,36 \cdot 353 = 46946,054 \text{ МДж};$$

$$Q_{\text{азот}} = 1,042 \cdot 33180 \cdot 293 = 10130,054 \text{ МДж};$$

$$Q_{\text{кислород}} = 0,92 \cdot 10080 \cdot 293 = 2717,164 \text{ МДж};$$

$$Q_{\text{катализатор}} = 18,8 \cdot 180 \cdot 353 = 1194,592 \text{ МДж}.$$

$$Q_1 = 46946,054 + 10130,054 + 2717,164 + 1194,59 = 60987,862 \text{ МДж}.$$

Выносимая:

$$Q_{\text{парафин}} = 2,1 \cdot (40196 + 2160,4) \cdot 383 = 34067,252 \text{ МДж};$$

$$Q_{\text{азот}} = 1,042 \cdot 33180 \cdot 383 = 13241,676 \text{ МДж};$$

$$Q_{\text{кислород}} = 0,92 \cdot 7252,2 \cdot 383 = 2666,488 \text{ МДж};$$

$$Q_{\text{катализатор}} = 18,8 \cdot 180 \cdot 383 = 1296,072 \text{ МДж};$$

$$Q_{\text{вод.пар}} = 4,183 \cdot 765,2 \cdot 383 = 1225,918 \text{ МДж};$$

$$Q_{\text{ВЖК}} = 2,345 \cdot 20000 \cdot 383 = 17962,7 \text{ МДж};$$

$$Q_{\text{побочные}} = 3000 \cdot 4,356 \cdot 383 = 5005,044 \text{ МДж};$$

$$Q_4 = 34067,092 + 13241,676 + 2666,488 + 1296,072 + 1225,918 + 17962,7 + 5005,044 = 75464,99 \text{ МДж}.$$

2. Расчёт количества теплоты, выделяющейся в процессе реакции.

Известно, что на 1 кг превращённого парафина выделяется 2,090 МДж энергии [4]. Таким образом, всего в процессе реакции выделится теплоты:

$$Q_3 = 17937,4 \cdot 2,090 = 37489,166 \text{ МДж}.$$

3. Расчёт тепловых потерь в окружающую среду

37 Согласно справочным данным [12], коэффициент теплоотдачи сталь-воздух равен $\beta = 5,6 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$. (12)

Количество теплоты, уходящее в окружающую среду, рассчитывается по формуле: $Q_5 = \beta \cdot S_T \cdot (T_{\text{ст}} - T_n)$ (13)

Где:

β – коэффициент теплоотдачи;

S_T – площадь поверхности аппарата, через которую тратится тепло;

$T_{\text{ст}}, T_n$ – Температура внешней стенки аппарата, температура окружающего воздуха (20 °С) соответственно .

Площадь поверхности аппарата определим по площади поверхности цилиндра: $S = \pi \cdot D \cdot H$; (14)

Где:

D - внешний диаметр аппарата (2,8 м);

H – высота аппарата (12 м).

Внешний диаметр аппарата равен: $D = d + 2 \cdot b$; (15)

Где:

d – внутренний диаметр аппарата;

b – толщина стенки аппарата.

Итак, внешний диаметр:

$$D=2,8+2\cdot 0,008=2,816 \text{ м};$$

Площадь поверхности аппарата:

$$S=2\cdot 3,14159265\cdot 2,816\cdot 12=212,32 \text{ м}^2.$$

Таким образом, потери тепла в окружающую среду составят:

$$Q_5 = 5,6\cdot 212,32\cdot (110-20)= 107009,28 \text{ кВт} = 9245,594 \text{ МДж}.$$

4. Расчёт количества тепла, расходуемого на нагрев аппарата

Для расчёта количества теплоты, расходуемой на нагрев стенок аппарата, необходимы следующие данные:

Масса стали, которую необходимо нагреть;

Разница температур;

Теплоёмкость стали.

38 Согласно справочным данным [12], теплоёмкость стали равна 0,5 кДж/(кг·К). Разница температур также известна, она составляет – 110-20=90 К. Следовательно, необходимо рассчитать массу стали, используемой для изготовления аппарата.

Для этого, найдём сначала объём всего конструкционного материала. Аппарат имеет цилиндрическую форму. Для расчёта объёма стали, пошедшей на изготовление обечайки, используем формулу:

$$V_{\text{обечайки}} = \frac{\pi(D-d)^2}{4} H; \quad (16)$$

А объём стали, пошедшей на изготовление днища и крышки (для упрощения расчётов примем их плоскими, а не эллиптическими):

$$V_{\text{днища}} = \frac{\pi D^2}{4} b; \quad (17)$$

Таким образом, общий объём стали, пошедшей на изготовление всей колонны (без учёта опор, штуцеров, штырей и пр.) составит:

$$V = \frac{3,1415 \cdot (2,816 - 2,8)^2}{4} \cdot 12 + \frac{3,1415 \cdot 2,816^2}{4} \cdot 0,008 = 0,0024 + 0,0498 = 0,0522 \text{ м}^3$$

Зная плотность стали ($\rho = 7850 \text{ м}^3/\text{кг}$) и её объём, найдём её массу:

$$m = \rho \cdot V; \quad (18)$$

$$m = 7850 \cdot 0,0522 \approx 410 \text{ кг}$$

Количество теплоты, необходимое на нагрев деталей аппарата, найдём по формуле: $Q_6 = c \cdot m \cdot \Delta T$; (19)

Где:

c – теплоёмкость материала, из которого изготовлен аппарат;

m – масса деталей и корпуса аппарата;

ΔT – разница между температурой аппарата до синтеза и во время синтеза.

Вычислим Q_6 :

$$Q_6 = 2 \cdot 0,5 \cdot 90 \cdot 410 = 36,9 \text{ МДж}$$

5. Расчёт количества подводимого/отводимого тепла

Реактор окисления парафинов кислородом воздуха представляет собой сложный реактор, так как в нём одновременно и подводится и отводится тепло. Для расчёта этих количеств теплоты, необходимо обратиться к технологии. Так, загруженный парафин с температурой $80 \text{ }^\circ\text{C}$ нагревают паром в нижнем змеевике до температуры $130 \text{ }^\circ\text{C}$, а затем в верхнем змеевике охлаждают до $110 \text{ }^\circ\text{C}$. Имея ввиду то, что парафин нагревают для того, чтобы началась экзотермическая реакция окисления, то количество теплоты подводимой для нагрева парафина может быть определено по формуле:

$$Q_2 = c \cdot m \cdot (T_1 - T_2); \quad (20)$$

Где:

c – теплоёмкость парафина

m – масса парафина;

T_1 – температура загружаемого парафина;

T_2 – температура нагретого парафина.

Итак, количество подводимой теплоты равно:

$$Q_2' = 2,1 \cdot 31646,8 \cdot (130 - 80) \cdot 2 = 6645,828 \text{ МДж};$$

Часть этой теплоты, отводится в верхнем змеевике, для того, чтобы охладить парафин со 130 °С до 110 °С. Рассчитаем это количество теплоты:

$$Q_2'' = 2,1 \cdot 31646,8 \cdot (130 - 110) \cdot 2 = 2638,33 \text{ МДж}.$$

Имея все эти данные, составим тепловой баланс, и определим количество теплоты, которое необходимо отвести в верхнем змеевике:

$$Q_1 + Q_2 + Q_2' + Q_3 = Q_4 + Q_2'' + Q_5 + Q_6$$

$$60987,862 + Q_2 + 6645,828 + 37489,166 = 75464,99 + 2638,33 + 9245,594 + 36,9$$

$$105122,856 + Q_2 = 87385,814$$

$$Q_2 = 87385,814 - 105122,856 = -17737,042 \text{ МДж}$$

В таблице 9 представлен тепловой баланс реактора синтеза ВЖК

Таблица 9

Тепловой баланс реактора синтеза ВЖК

ПРИХОД теплоты	Q, МДж/сут	РАСХОД теплоты	Q, МДж/сут
-вносимой материальными потоками	60987,862	-выносимой материальными потоками	75464,99
-подводимой паром в нижнем змеевике	6645,828	-отводимой водой в верхнем змеевике	17737,042
-выделяющейся в процессе реакции	37489,166	-расходуемой на нагрев деталей аппарата	36,9

		-потери в окружающую среду	9245,594
		-отводимой водой в верхнем змеевике для охлаждения парафина	2638,33
ИТОГО	105122,856	ИТОГО	105122,856

2.7. Конструктивно-механический расчёт основных аппаратов

Целью расчёта оборудования является определение его количества и габаритных размеров. Основными габаритными размерами окислительной колонны являются:

1. Внутренний диаметр;
2. Высота;
3. Толщина стенки.

1. Расчёт количества оборудования

Расчёт количества единиц оборудования рассчитывается по формуле:

$$n_p = \frac{V_{\text{сут}} \cdot \phi}{V_p \cdot 24} \quad (1)$$

Где:

n_p – число единиц оборудования;

$V_{\text{сут}}$ – суточный объём перерабатываемого вещества;

ϕ – время проведения процесса;

V_p – рабочий объём аппарата.

$$n_p = \frac{70,2 \cdot 24}{35,1 \cdot 24} = 2$$

Таким образом, для осуществления заданной производительности, необходимо установить 2 аппарата. Однако, имея ввиду то, что процесс является периодическим, то для непрерывной работы цеха и с учётом выхода одного из них из строя, необходимо установить 5 аппаратов.

2. Расчёт диаметра

Согласно [4], скорость движения воздуха в колонне должна составлять 0,1 м/с. Используя формулу (1.2) [11] и зная объёмный расход воздуха (см.

мат. баланс) и линейную скорость движения газа в колонне, рассчитаем диаметр колонны:

$$d = \sqrt{\frac{4V}{\pi w}} \quad (2)$$

Где:

V – объёмный расход газа;

w – линейная скорость газа.

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 70 \cdot 31,6468}{3,14 \cdot 0,1 \cdot 3600}} = 2,79 \text{ м}$$

принимая стандартное значение – 2,8 м.

3. Расчёт высоты

Для расчёта высоты необходимо подробно рассмотреть физические процессы, протекающие внутри колонны.

42 В нижнюю часть колонны подаётся расплавленный парафин с катализатором, через который барботируется воздух. Очевидно, что этот процесс сопровождается образованием пены. Для таких аппаратов коэффициент загрузки не должен превышать 0,6. Для определения высоты, необходимо знать общий объём реакционного пространства (учитывая коэффициент загрузки) и диаметр. Диаметр колонны определён в предыдущем пункте, т.о. необходимо рассчитать объём.

Известно, что в реактор загружается 31,6 т парафина (суточная производительность), а его средняя плотность составляет 900 кг/м³ [13]. Следовательно, объём жидкого парафина составит:

$$31,6/900=35,1 \text{ м}^3$$

с учётом коэффициента загрузки (0,5), реакционный объём должен равняться:

$$35,1/0,5=70,2 \text{ м}^3.$$

Из формулы объёма цилиндра найдём высоту колонны:

$$H = \frac{4V}{\pi d^2} \quad (3)$$

Где:

V – объём колонны;

d – диаметр колонны.

$$H = \frac{4 \cdot 70,2}{3,14 \cdot 2,8^2} = 11,4 \text{ м}$$

Принимаем стандартное значение – 12 м.

Толщина стенки.

Ввиду того, что реактор работает при атмосферном давлении, толщину стенки принимаем стандартную для данных условий – 8 мм[12].

2.8. Контроль производства и качества продукции

В процессе синтеза ВЖК возникает необходимость контролировать процесс окисления, так как:

1. При глубоком окислении значительно снижается выход целевых продуктов;
2. Скорость подачи воздуха, не соответствующая нормам, приводит либо к глубокому окислению парафина и сильному вспениванию реакционной массы с последующим попаданием её в трубопроводы для газов, либо, наоборот, к неполному, что сказывается на степени конверсии.
3. Отклонение от рабочей температуры даже на несколько градусов может вызвать сильный разогрев реакционной массы ввиду сильной экзотермичности реакции.

Принимая во внимание вышеперечисленные факторы, появляется необходимость контроля производства.

Порядок осуществления контроля производства представлен в табл.10

Таблица 10

Контроль производства и качества продукта

Наименование стадии, точки контроля	Контролируемый параметр	Периодичность	Средства и методы контроля	Кто осуществляет контроль
Аппарат для плавления парафина	Температура греющего пара	постоянно	термопара	аппаратчик
	Масса загружаемого парафина	1 раз за загрузку	весы	аппаратчик
Мерник катализатора	Расход воды	1 раз за загрузку	Расходомер для жидкостей	аппаратчик
	Масса перманганата	1 раз за загрузку	весы	аппаратчик
Смесители	Интенсивность перемешивания	постоянно	тахометр	аппаратчик
	Температура греющего пара*	постоянно	термопара	аппаратчик
Насосы	производительность	постоянно	амперметр	аппаратчик
Реактор синтеза ВЖК	Кислотное число реакционной массы	Каждый час, но не ранее чем через 16 ч синтеза	Методика определения кислотного числа	Лаборант
	Температура пара в нижнем змеевике	постоянно	Термопара	технолог
	Температура теплоносителя в верхнем змеевике	постоянно	Термопара	технолог
	Расход воздуха	постоянно	Ротамер	аппаратчик
	Расход исходной смеси (парафин-катализатор)	1 раз за синтез	Расходомер для жидкостей	аппаратчик
Конденсатор	температура	постоянно	термопара	аппаратчик
Промывные колонны	Расход жидкого поглотителя	постоянно	расходомер для жидкостей	аппаратчик
Отстойники	Уровень	постоянно	Уровнемер, смотровое окно	аппаратчик

Примечание

*температура греющего пара контролируется только для смесителя исходной смеси

3.Безопасность жизнедеятельности

3.1. Гигиена труда и производственная санитария в химической промышленности

Химическое производство относится к отраслям промышленности, которые представляют повышенную потенциальную опасность профессиональных отравлений и заболеваний работающих.

Причина - в процессе труда многие работающие соприкасаются с химическими веществами, имеющими те или иные токсические свойства.

Под действием токсических веществ в организме могут происходить различные нарушения в виде:

- острых отравлений (ОО);
- хронических отравлений (ХО).

Острые отравления (ОО) возникают при воздействии больших доз на протяжении не более одной смены. Острые отравления (ОО) зависят от вполне устранимых причин, которые, как правило, связаны с организацией производства, с дисциплиной. Устранение таких причин не требует особых капитальных затрат. Расследуются ОО как НС.

Хронические отравления (ХО) возникают в результате длительного постепенного воздействия на работающих небольших количеств вредных веществ. В конечном итоге может наступить профессиональное заболевание, требующее соответствующего расследования. Бороться с ХО значительно труднее, чем с ОО. Достижение безвредных концентраций токсичных веществ в воздухе рабочих помещений, как правило, связано с совершенствованием или заменой технологических процессов, аппаратуры, зданий, сооружений. Эти мероприятия требуют больших капитальных затрат.

При любой форме отравления (ОО или ХО) характер действия промышленного яда определяется степенью его физиологической активности - токсичностью.

Токсичность - это способность веществ оказывать вредные воздействия на жизнедеятельность организма.

Токсичные вещества (яды) - это такие вещества, которые проникают в организм человека различными путями, вступают в соединение с его тканями, нарушая их нормальную деятельность.

Опасность отравления зависит от:

- физико-химических свойств веществ;
- растворимости в биологических средах;
- дисперсности (измельчения, растворимости, летучести, агрегатного состояния);

- времени воздействия;
- концентрации.

Кроме того, на степень отравления влияют физиологические особенности организма человека.

Например, восприимчивость человека к воздействию токсических веществ повышается:

- в результате повышения температуры тела человека;
- при наличии повышенного веса (ожирение, отеки).

Токсичность промышленных ядов характеризуется значениями ПДК (мг/м³).

3.2. Токсичность химических веществ, промышленные яды, химические ожоги и их предупреждение

По токсическому воздействию токсические яды классифицируются и условно подразделяются на 9 групп, в результате преимущественного воздействия на организм и по внешним признакам отравлений.

1. Нервные - углеводороды, спирты, сероводород, тетраэтилсвинец. Они вызывают расстройство функций нервной системы, мышечные судороги, параличи.

2. Раздражающие - хлор, аммиак, двуокись серы, оксид азота - раздражают верхние и глубокие дыхательные пути.

3. Прижигающие и раздражающие кожу - неорганические кислоты, щелочи - поражают кожный покров с образованием нарывов, язв.
4. Ферментные - синильная кислота и ее соли, мышьяк и его соединения, соли ртути - нарушают структуру ферментов, разрушают их.
5. Кровяные - окись углерода, ароматические смолы, свинец и его неорганические соли - взаимодействуют с гемоглобином крови.
6. Печеночные - хлорированные углеводороды, фосфор, селен - вызывают структурные изменения тканей печени.
7. Мутагенные - окись этилена, соединения свинца, ртути - воздействуют на генетический аппарат клетки.
8. Аллергены - некоторые соединения никеля - вызывают изменения в реактивной способности человека.
9. Канцерогены - каменноугольная смола, 3,4-бенз(б)пирен - вызывают образование злокачественных опухолей.

При производстве ВЖК имеют место токсические яды 1 и 3. Поэтому

47

следует уделить особое внимание защите от их действия.

Химические ожоги и их предупреждение

Химические ожоги возникают при местном воздействии химически активных веществ на кожу, дыхательные пути, глаза.

Степень ожога зависит от:

- химической активности и токсичности веществ;
- концентрации;
- температуры;
- времени воздействия;
- индивидуальной чувствительности кожи.

Ожоги делятся на 4 степени:

- I - краснота, припухлость, болезненность;
- II - появление пузырьков, возможны последующие заболевания кожи;
- III - возникают участки омертвления тканей;

- IV - поражение не только всей поверхности кожи, но и глубоко лежащих тканей и органов.

Химические ожоги могут вызывать такие вещества: соляная, серная, азотная кислоты, концентрированные растворы щелочей (едкий натр, калий, аммиак), причем щелочные ожоги более глубокие, т.к. они легко омыляют жировой слой кожи и растворяют белковые вещества.

При ожогах химическими веществами, способными прилипнуть к коже (горячие смолы, желтый фосфор), возникает также опасность отравления всего организма.

Меры безопасности:

- работа в соответствующей спецодежде;
- защитные очки;
- установка кранов и фонтанчиков для быстрого промывания пораженного места обильной струей чистой воды;
- при отсутствии водопровода - установка емкости с водой.

Мероприятия по оказанию первой помощи:

- промыть пораженный участок большим количеством воды;
- при ожогах соединениями фосфора ватным тампоном снять с кожи остатки этих веществ, а затем промыть 5% раствором соды или марганцово-кислого калия.

3.3. Средства индивидуальной защиты. Предохранительные приспособления

В химической промышленности проведение ряда технологических и вспомогательных операций связано с применением средств индивидуальной защиты (СИЗ). Для выполнения работ внутри закрытых емкостей, в колодцах и т.п. их применение имеет решающее значение для обеспечения безопасности труда.

Средствами индивидуальной защиты являются:

- спецодежда;
- спецобувь;

- головные уборы;
- каски;
- шлемы;
- перчатки, рукавицы;
- фартуки;
- противогазы;
- респираторы;
- защитные очки;
- маски;
- светофильтры;
- противозвучные устройства;
- предохранительные пояса;
- электроразрешительные средства;
- пасты, мази и т.п.

49

СИЗ могут быть постоянного пользования (без этих средств рабочему запрещается находиться на рабочем месте) и аварийного пользования.

Аварийные СИЗ создаются в производствах, где имеются токсичные, пожаро- и взрывоопасные продукты. Их располагают в доступных для пользования местах, которые определяют руководители производств и цехов по согласованию с газоразрешительной и противопожарной службами.

Ежегодно на каждом предприятии химической промышленности составляется перечень спецодежды, спецобуви и предохранительных приспособлений, подлежащих бесплатной выдаче рабочим и служащим для обеспечения безопасных условий работы. В перечне указывается количество и виды средств защиты для индивидуального, коллективного и аварийного пользования. Перечень согласовывается с комитетом профсоюза, и после утверждения главным инженером этот перечень становится основным документом для обеспечения персонала СИЗ.

Требования к спецодежде:

- надежная защита тела человека от промышленных вредных веществ;

- обеспечение нормальной терморегуляции организма;
- удобство одежды;
- хорошая очистка от загрязнений.

По защитным свойствам спецодежда делится на виды:

- общего назначения;
- влагозащитная (водонепроницаемая, водоотталкивающая и водоупорная);

- для защиты от радиации;
- кислотозащитная;
- нефтемаслозащитная;
- пылезащитная;
- термозащитная;
- химзащитная;
- электрозащитная.

50

Спецодежда является собственностью предприятия и должна использоваться только по прямому назначению.

По окончании работы её за территорию предприятия выносить запрещается.

Для ее хранения организуются специальные гардеробные.

Стирка, дегазация, дезактивация, химчистка и ремонт спецодежды проводится администрацией предприятия в согласованные с санэпидстанцией сроки.

3.4.Предохранительные приспособления

Средства защиты органов дыхания.

Во всех случаях, когда в воздухе рабочей зоны содержание вредных веществ превышает ПДК или когда содержание кислорода менее 17%, необходимо применять СИЗ органов дыхания от отравления и удушья.

Средствами защиты органов дыхания являются:

- противогазы промышленные фильтрующие;
- фильтрующие респираторы;
- шланговые противогазы.

В качестве защитного средства от механического травмирования головы, а также поражения головы электрическим током применяются различные каски.

Существует перечень профессий, должностей и работ, где рабочие и ИТР должны обязательно носить защитные каски.

Защита рук осуществляется различными видами рукавиц и перчаток в зависимости от рабочей среды: от термических ожогов, кислотозащитные, виброзащитные.

Там, где невозможно применение перчаток (работы, требующие большой чувствительности пальцев), а также при работах с клеями, красками, применяются пасты и мази.

Для защиты глаз применяют защитные очки, щитки и маски. Защитные очки выпускаются двух типов: очки защитные открытые - ОЗО, очки защитные закрытые - ОЗЗ.

Открытые очки удобны тем, что имеют широкое поле зрения, не запотевают. Они защищают только от частиц, летящих прямо в глаза.

ОЗЗ лучше защищают глаза, но сужают поле зрения и запотевают. Для устранения запотевания применяют специальные карандаши, сухое туалетное мыло или специальные вкладыши из незапотевающей пленки.

3.5. Требования безопасности, предъявляемые к парафину

Твердые нефтяные парафины [17] являются горючими веществами с температурой вспышки не ниже 160 °С, температурой самовоспламенения не ниже 300 °С.

Твердые парафины относятся к 4-му классу опасности по ГОСТ 12.1.007, предельно допустимая концентрация паров углеводородов расплавленного парафина в воздухе рабочей зоны составляет 300 мг/м³ в пересчете на углерод.

В производственных помещениях должна быть приточно-вытяжная вентиляция для снижения концентрации вредных веществ.

Твердые парафины пожароопасные. В помещении для хранения и эксплуатации парафинов запрещается обращение с открытым огнем: искусственное освещение должно быть во взрывобезопасном исполнении.

Требования безопасности, предъявляемые к ВЖК

По степени воздействия на организм человека [18] ВЖК относятся к 3-му классу опасности по ГОСТ 12.1.007 (вещества умеренно-опасные) с предельно допустимой концентрацией паров кислот в воздухе рабочей зоны для суммы кислот 5 мг/м³ (в пересчёте на уксусную кислоту).

Кислоты всех фракций обладают раздражающим действием на кожу и слизистую оболочку глаз.

При работе с ВЖК применяют индивидуальные средства защиты органов дыхания по ГОСТ 12.4.034: противогазы марок ФУ-2, ФУ-3, изолирующие.

52 При загорании небольших количеств кислот применяют пенные и углекислотные огнетушители; при загорании продукта, разлитого на значительной площади, - водяной пар, воздушно-механическую пену средней кратности с пенообразователем ПО-ЗАИ, порошок ПСБ. Для тушения кислот в резервуарах применяют водяной пар.

3.6.Охрана окружающей среды

Образование, сбор, накопление, хранение и первичная обработка отходов является неотъемлемой составной частью технологических процессов, в ходе которых они образуются и должны быть отражены в технологических регламентах и другой нормативно технической документации. В соответствии с ГОСТ 30772-2001 отходы - это остатки продуктов или дополнительный продукт, образующиеся в процессе или по завершении определенной деятельности и не используемые в непосредственной связи с этой деятельностью. Под определенной деятельностью понимается производственная, исследовательская и другая

деятельности, в том числе - потребление продукции. Соответственно различают отходы производства и отходы потребления.

В процессе синтеза ВЖК образуется достаточно большое количество сточных вод: около 8 м³ на тонну ВЖК. Эти сточные воды, согласно технологии получения, могут быть загрязнены двумя веществами: собственно ВЖК и сульфат натрия. Целью мероприятий по охране окружающей среды, является очистка сточных вод от указанных веществ.

Для очистки сточных вод от ВЖК и парафина на площадке установки должны быть предусмотрены локальные продуктоловушки по типу нефтеловушек, вместимость которых соответствует 4-часовому расходу сточных вод. Число секций в продуктоловушках должно быть не менее двух. В продуктоловушках следует предусматривать подогрев для поддержания парафина в жидком состоянии. Уловленные парафин и жирные кислоты отводятся в сборную емкость. Сточные воды нейтрализуются и направляются на биологические очистные сооружения.

53 Для очистки сточных вод, содержащих сульфат натрия используют осаждение последнего известковым молоком. Полученный такой обработкой гипс осаждают.

Заключение

Выпускная квалификационная работа выполнена в соответствии с заданием.

В работе рассмотрены и проанализированы методы производства ВЖК. На основании преимуществ и недостатков каждого метода, выбран метод окисления парафинов кислородом воздуха.

Приведены теоретические основы процесса окисления, как основного в производстве ВЖК данным методом.

С учётом технико-экономических показателей, оценки методов производства и анализа сырья технологии была разработана технологическая схема получения высших жирных кислот окислением парафина при температуре 100 – 120°C в присутствии катализатора перманганата калия в реакторе из хромоникелевой стали.

54 В технологической схеме был усовершенствован узел выхода готового продукта для более тонкого регулирования выходящих фракций.

Рассчитан материальный и тепловой баланс реактора. Определен расходный коэффициент парафин/ВЖК, который равен 3,16 т/т. Определено количество теплоты, которое необходимо отводить в процессе синтеза - $-11059,565 \text{ МДж}$.

В качестве основного технологического оборудования, выбрана окислительная колонна барботажного типа.

Преимущества разработанной схемы:

- тонкая регулировка выхода целевых фракций ВЖК;
- усовершенствованный реактор, благодаря наливному устройству, позволяет начинать синтез во время его загрузки, тем самым сохраняя технологическое время с 24 до 20 часов.

Предусмотрены мероприятия по безопасной работе с вредными веществами на производстве ВЖК. Предусмотрены способы очистки сточных вод.

Список использованной литературы

1. Абдуфаттаева Н. А., Шадманов Э. Ш. Промышленность в экономике Узбекистана и пути ее развития // Молодой ученый. — 2015. — №6. — С. 360-364. — URL <https://moluch.ru/archive/86/16346/>
2. Тимофеев В.С. Принципы технологии основного органического и нефтехимического синтеза: Учеб. пособие для вузов/В.С. Тимофеев, Л.А. Серафимов. - 2-е изд., перераб. - М.: Высш. шк., 2002. - 536 с.
3. Соколов Р.С. Химическая технология: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений: В 2 т. — М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2000. — Т. 2
4. Капкин В.Д., Савинецкая Г.А., Чапурин В.И. Технология органического синтеза: Учебник для техникумов. М.: Химия, 1997. 400 с.
5. Брунштейн Б.А., Клименко В.Л., Цыркин Е.Б., Производство синтетических кислот из нефтяного и газового сырья. Л.: 1990.
6. Болотин И.М., Милосердое П.Н., Суржа Е.И.. Синтетические жирные кислоты и продукты на их основе, М.: 1990.
7. «Исследование окисления высших альфа-олефинов с целью получения синтетических жирных кислот», Лакеев С.Н., Карчевский С.Г., Майданова И.О., Алексашев В.И., Материал межрегиональной научно-практической конференции «Инновационные процессы в области образования, науки и производства», апрель 2004 г. Россия, Республика Татарстан, г. Нижнекамск.
8. Справочник химика Т.2., Л. - М.: Химия, 1994. 1020 - 1021 С.
9. Jennings L. H., Beard J. H., Kalichevsky V. A., Petrol. Eng., 23, N° 8, C42 (1991).
10. Лебедев Н.Н. Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза: Учеб. пособие для вузов. 4-е изд., перераб. - М.: Химия, 1988. - 592 с.
11. Луняка К.В. “Процеси і апарати хімічних виробництв. Курс лекцій”. Навчальний посібник. – Херсон: ХНТУ, 2006. – 152 с.

12. Тютюнников Б.Н., Химия жиров, М., 1996;
13. <http://slovari.yandex.ru/dict/bse/article/00046/16600.htm>
14. <http://ru.wikipedia.org/wiki/парафин>
15. <http://automation-system.ru/asutp/asu-tp/41-opredelenie-funkczii-i-sostav-asutp.html>
16. http://knowledge.allbest.ru/chemistry/2c0b65625b2bc68a5c53a88421316d27_0.html
17. ГОСТ 23683-89. Парафины нефтяные твердые;
18. ГОСТ 23239-89 Кислоты жирные синтетические фракций С5-С6, С7-С9, С5-С9, С10-С13, С10-С16, С17-С20. Технические условия
19. Макаров Г.В. и др. Охрана труда в химической промышленности. - М.: Химия, 1997.
20. Алиев Г.М., Техника пылеулавливания и очистки промышленных газов. – М.: Металлургия, 1986. – 544 с.
21. Беркман Б.Е., Основы технологического проектирования производств органического синтеза.- под. Ред. Д.А. Гуревича. -М.: Химия, 1990. 186с.