

**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: **Технология получения винилхлорида  
комбинированным методом. Мощность производства 36000 т/г.**

Руководитель SOLIXOVA O.A.

Консультанты:

по технологической части \_\_\_\_\_

по экономике \_\_\_\_\_

по КИП и автоматики \_\_\_\_\_

по охране окружающей среды \_\_\_\_\_

по охране труда \_\_\_\_\_

по гражданской защите \_\_\_\_\_

Рецензент \_\_\_\_\_

Дипломант Абдурасулов Дилшод Бахтиёр ўғли

# 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.  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2017 г.

## ЗАДАНИЕ

по выпускной работе студента

**Абдурасулов Дилшод Бахтиёр ўғли**

(фамилия, имя, отчество)

1. Тема проекта (работы): **Технология получения винилхлорида комбинированным методом. Мощность производства 36000 т/г.**

**утверждена приказом по институту от «19» 05. 2017 г. за № 196**

2. Срок сдачи студентом законченного проекта 20.06. 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 производства	8
Характеристика сырья, полупродуктов и готового продукта	10
Технологическая часть	13
Механизм и катализаторы окислительного дегидрирования	
Метанола	29
Материальный расчет	44
Экология	51
Гражданская оборона	
Автоматизация технологического процесса	55
Перечень	59
Показателей, рассчитываемых в экономической части	
выпускных квалификационных работ	59
Заключение	59
Используемая литература	74

## РЕФЕРАТ

Дипломная работа состоит из 75 страниц компьютерного текста и включает \_\_\_ рисунка, \_\_\_ таблиц, \_\_\_ источников.

Метанол, формальдегид, формалин, окисление, дегидрирование, катализаторок окисления, катализ, оксидатор, реактор, механический расчет, материальный и тепловой расчет, автоматика, экология

Объектом исследования является процесс окисления метанола с получением формалина (формальдегида).

Цель работы – изучение процесса окисления, разбор технологии получения формалина (формальдегида) окислением метанола. Установление оптимальных параметров производства. Изучение свойств основных и вторичных реагентов используемых в синтезе формальдегида.

Методы исследования: физико-химические, технологические.

Результаты работы: Исследованы литературные данные процесса каталитического окисления производства формальдегида. Выбрана технология производства, определены оптимальные параметры производства, приведены материальные, механические и тепловые расчеты реактора с мощностью 36000 тонн в год.

Область применения – химическая, химическая технология, текстильная промышленность, медицина.

## **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.

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 о главной нашей стратегии на современном этапе мы поставили перед собой задачу выхода нашей экономики в среднесрочной перспективе на уровень развитых демократических стран 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.

В текущем 2014 году предусматривается реализация проектов, имеющих исключительно важное значение для дальнейшей диверсификации нашей экономики, в том числе начало строительства Устюртского газохимического комплекса на базе месторождения Сургиль, во-вторых Дехканабадского завода калийных удобрений и Кунградского содового завода, завода по производству синтетического жидкого топлива, двух парогазовых установок на Талимарджанской ТЭС, нового энергоблока на Ангренской ТЭС, организация производства автомобильных шин и транспортной ленты, а также проекты по расширению мощностей и углублению всей технологической цепочки на текстильных предприятиях. Все возрастающую роль в осуществлении процессов модернизации, технического и технологического перевооружения предприятий Фонда реконструкции и развития Республики Узбекистан, капитал которого в настоящее время превысил 9 миллиардов долларов. В 2014 году за счет средств Фонда предусматривается обеспечить софинансирование 29 стратегических инвестиционных проектов в ведущих отраслях промышленности и производственной инфраструктуры в объеме более 758 миллионов долларов, что на 38,2 процента больше, чем в прошлом году. Кабинету Министров необходимо взять под особый контроль реализацию стратегически важных инвестиционных проектов, обеспечить тщательную проработку проектно-сметной документации, своевременное проведение конкурсных торгов, заключение контрактов на поставку оборудования и выполнение строительно-монтажных работ в соответствии с установленными сроками.

Поливинилхлорид (ПВХ) является одним из самых универсальных термопластиков с более широким спектром применения, чем все другие пластмассы. Не удивительно, что его везде используют и положительно относятся к нему. Ведь ПВХ универсальный, устойчивый, гигиеничный, безопасный и выгодный по цене материал, который имеет существенные преимущества над другими материалами.

## Технико-экономическое обоснование производства

Материнская компания «VinTec», фирма «Vinnolit» является крупнейшим в Европе производителем ДХЭ, ВХМ и ПВХ, который ежегодно выпускает 650000 т ПВХ и 630000 т ВХМ, а имеет еще производства необходимого для этого сырья, т. е. хлора. Компания постоянно совершенствует и отрабатывает собственные технологии.

На сегодняшний день немецкая компания «Uhde», штат которой насчитывает около 4 300 высококвалифицированных специалистов, располагающая международной сетью филиалов и дочерних компаний, успешно завершила более 2 000 проектов по всему миру.

Компания «Uhde» получила признание на международном уровне благодаря успешному воплощению принципа **Инжиниринг с идеями**, предлагая своим заказчикам экономически выгодные и высокотехнологичные решения. Профессиональные «ноу-хау», комплексный подход, инжиниринг высочайшего качества, а также безупречная пунктуальность компании – все это позволяет отвечать постоянно возрастающим экологическим и экономическим требованиям, предъявляемым к процессам и прикладным технологиям в химической и нефтехимической промышленности.

Материнская компания «VinTec», фирма «Vinnolit» является крупнейшим в Европе производителем ДХЭ, ВХМ и ПВХ, который ежегодно выпускает 650000 т ПВХ и 630000 т ВХМ, а имеет еще производства необходимого для этого сырья, т. е. хлора. Компания постоянно совершенствует и отрабатывает собственные технологии.

«Vinnolit Kunststoff GmbH» был образован в 1993 году как совместное предприятие с равным участием «Hoechst AG» и «Wacker Chemie GmbH». Новая компания применяет опыт обеих компаний-учредителей, которые вот почти уже 60 лет работают в области производства винилхлорида. В 2000 году компания «Advent International» приобрела компанию «Vinnolit». Она

является одной из крупнейших и наиболее опытных частных инвестиционных фирм мира.

С 1964 года лицензиар выдал лицензии на производство более 8,8 млн. т ДХЭ, ок. 5 млн. т ВХМ и 1,8 млн. т ПВХ-С.

Лицензиар и «Uhde» успешно сотрудничают уже более 40 лет, причем «Uhde» является эксклюзивным партнером компании «Vinnolit», предоставляющим услуги по базовому инжинирингу для технологий производства ДХЭ, ВХМ и ПВХ.

## ХАРАКТЕРИСТИКА СЫРЬЯ, ПОЛУПРОДУКТОВ И ГОТОВОГО ПРОДУКТА

Этилен (этен) - органическое химическое соединение, описываемое формулой  $C_2H_4$ . Является простейшим алкеном (олефином), изологом этана. При нормальных условиях - бесцветный горючий газ плотностью  $1,178 \text{ кг/м}^3$  (легче воздуха) со слабым запахом. Частично растворим в воде (25,6 мл в 100 мл воды при  $0 \text{ }^\circ\text{C}$ ), этаноле (359 мл в тех же условиях). Хорошо растворяется в диэтиловом эфире и углеводородах. Содержит двойную связь и поэтому относится к ненасыщенным или непредельным углеводородам. Играет чрезвычайно важную роль в промышленности, а также является фитогормоном. Этилен - самое производимое органическое соединение в мире; общее мировое производство этилена в 2008 году составило 113 миллионов тонн и продолжает расти на 2-3 % в год. Этилен обладает наркотическим действием. Класс опасности - четвёртый.

Этилен стали широко применять в качестве мономера перед Второй мировой войной в связи с необходимостью получения высококачественного изоляционного материала, способного заменить поливинилхлорид. После разработки метода полимеризации этилена под высоким давлением и изучения диэлектрических свойств получаемого полиэтилена началось его производство сначала в Великобритании, а позднее и в других странах.

Основным промышленным методом получения этилена является пиролиз жидких дистиллятов нефти или низших насыщенных углеводородов. Реакция проводится в трубчатых печах при  $+ 800-950 \text{ }^\circ\text{C}$  и давлении  $0,3 \text{ МПа}$ . При использовании в качестве сырья прямогонного бензина выход этилена составляет примерно 30 %. Одновременно с этиленом образуется также значительное количество жидких углеводородов, в том числе и ароматических. При пиролизе газойля выход этилена составляет примерно 15-25 %. Наибольший выход этилена - до 50 % - достигается при использовании в качестве сырья насыщенных углеводородов: этана, пропана и бутана. Их пиролиз проводят в присутствии водяного пара.

Винилхлорид (хлористый винил, хлорвинил, хлорэтилен, хлорэтен, этиленхлорид) — органическое вещество; бесцветный газ со слабым сладковатым запахом, имеющий формулу  $C_2H_3Cl$  и представляющий собой простейшее хлорпроизводное этилена. Вещество является чрезвычайно огне- и взрывоопасным, выделяя при горении токсичные вещества. Винилхлорид — сильный яд, оказывающий на человека канцерогенное, мутагенное и тератогенное действие.

Промышленное производство винилхлорида входит в первую десятку производства крупнейших многотоннажных продуктов основного органического синтеза; при этом почти весь производимый объём используется для дальнейшего синтеза поливинилхлорида (ПВХ), мономером которого и является винилхлорид.

Впервые винилхлорид был получен профессором химии Гиссенского университета Юстусом Либихом в 30-х годах XIX века действием на дихлорэтан спиртового раствора гидроксида калия.

Ученик Либиха французский химик Анри Виктор Реньо в 1835 году подтвердил открытие Либиха, впервые опубликовав об этом статью в издании *Annales de chimie et de physique*. Он же впервые обнаружил, что под действием света вещество превращается в белый порошок. Однако приоритет изобретения поливинилхлорида признают за немецким химиком Эугеном Бауманном, который в 1872 году открыл и описал процесс фотополимеризации винилхлорида.

Первое упоминание соединения «винилхлорид» было сделано немецким химиком Кольбе в 1854 году.

В 1912 году немецкий химик Фриц Клатте (нем. Fritz Klatte) получил винилхлорид по реакции ацетилен с хлороводородом.

Компания Greisheim Electron, где работал учёный, запатентовала в Германии этот метод и материал, получавшийся в результате полимеризации, однако не смогла найти ему практическое применение. Только в 1933 году после исследований американского учёного Уолдо Симона (англ. Waldo

Semon) (1926 год) компанией В.Ф. Goodrich был получен патент и разработано первое промышленное производство винилхлорида. К 1939 году началось коммерческое производство винилхлорида с целью выпуска ПВХ для военных нужд.

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### Технология производства ВХМ компании «Vinnolit»

Винилхлорид (ВХМ) получается из этилена и хлора и используется в качестве сырья для производства широко распространенного стандартного пластика ПВХ.

Рынок ПВХ (и следовательно ВХМ) продолжает расти вопреки прогнозам 80-х годов о вытеснении ПВХ другими видами пластмасс.

Это объясняется не только свойствами ПВХ и его многочисленными возможностями применения, но и технологическим прогрессом, связанным с ограничением выбросов и образующихся при производстве побочных продуктов. Темпы роста производства ПВХ составляют 4 – 5 % в год. В 2001 году в мире было выпущено около 38 млн. тонн ПВХ. В следующие годы ожидается прирост в размере 4 % в год.

Инжиниринговая компания «Uhde» включила технологию производства ВХМ в свой портфель технологий 40 лет тому назад, и на сегодняшний день она спроектировала и построила установки общей расчетной производительностью около 5 млн. т.

Лицензиаром технологии производства ВХМ выступает компания «VinTec» (технология бывшего концерна «Хёхст»). Высокий сегодняшний уровень технологии был достигнут за счет тесного сотрудничества компаний «Vinnolit» и «Uhde» по усовершенствованию технологии. Технология успешно применяется на установках компании «Vinnolit» в Гендорфе (Бавария) и в Кнапзаке (под Кёльном), которые ежегодно выпускают 630000 т ВХМ, а также на установках в других странах мира.

Основные особенности современной технологии компании «Vinnolit» для производства ВХМ заключаются в следующем:

#### **Высокая надежность работы:**

- надежное управление реакцией
- материалы и оборудование, проверенные временем
- система управления процессом на современном уровне техники

### **Высокая эффективность работы:**

- высокий выход продукции
- оптимизированные условия протекания реакции и оптимизированное управление реакцией
- низкое энергопотребление за счет рекуперации тепла реакции и отходящего газа
- рекуперация побочных хлоросодержащих продуктов и рециркуляция HCl газа
- длительный срок бесперебойной работы
- малое количество обслуживающего персонала
- низкие затраты на техобслуживание

### **Высочайший уровень экологической чистоты:**

- содержание ВХМ в воздухе рабочей зоны составляет  $\leq 1$  ppm ВХМ (средний годовой показатель)
- минимальные выбросы ВХМ
- малое количество сточных вод с содержанием ДХЭ/ВХМ  $\leq 1$  ppm
- использование внутри установки низкокипящих и высококипящих в сочетании с рециркуляцией HCl-содержащего газа и получением пара
- специальные устройства для предотвращения выбросов при остановке производства
- термическое обезвреживание отходящего газа

Ожидаемые расходные коэффициенты сырья и энергосредств на тонну ВХМ	
Этилен (100 %)	460 кг
Хлор (100 %)	585 кг
Кислород (100 %)	139 кг
Пар	125 кг
Электропотребление	120 кВт/ч
Охлаждающая вода	150 м <sup>3</sup>
Горючий газ	2720000 кДж

## Общее описание технологического процесса

Процесс получения мономера винилхлорида (ВХМ) из этилена протекает на трех стадиях.

В первой стадии дихлорэтан (ДХЭ; 1,2 дихлорэтан) получается за счет прямого хлорирования, на второй стадии за счет оксихлорирования. Обе реакции – экзотермические.

ДХЭ, полученный при прямом хлорировании без дополнительной очистки подается непосредственно в пиролизную печь.

ДХЭ, полученный в процессе оксихлорирования до подачи в пиролизную печь проходит через стадию очистки (дистилляцию ДХЭ).

На третьей стадии ДХЭ крекируется в пиролизной печи. Образовавшийся при этом ВХМ, а также HCl и непрореагировавший ДХЭ отделяются на стадии дистилляции ВХ. ВХ временно хранится в резервуаре, в то время как HCl возвращается на стадию оксихлорирования, а непрореагировавший ДХЭ в пиролизную печь.

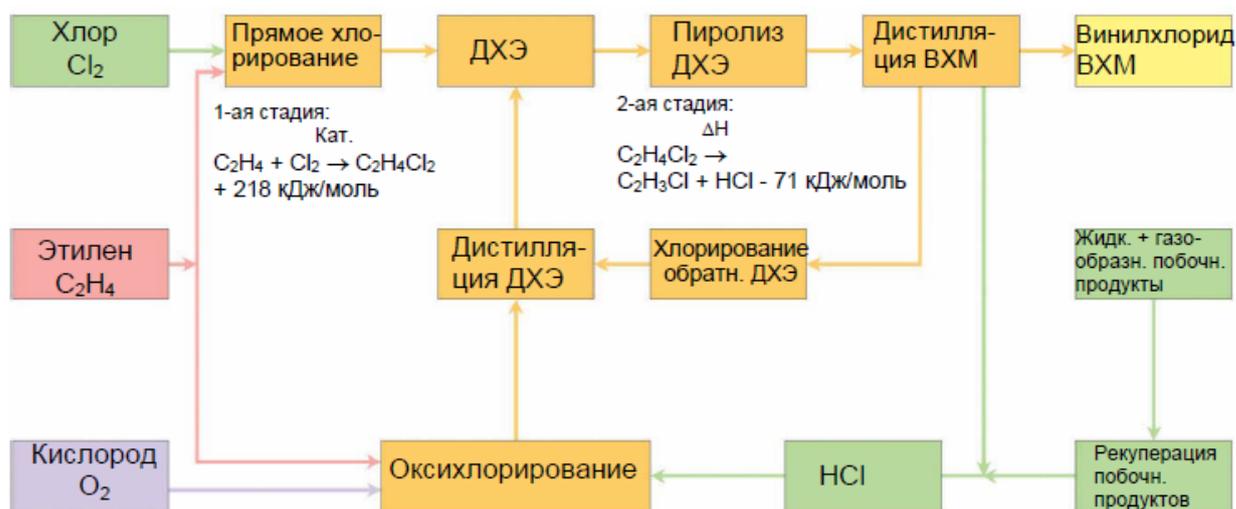
Образовавшаяся при этом технологическая вода очищается. Отходящие газы, содержащие загрязняющие вещества, и жидкие отходы подаются на стадию утилизации HCl и разделяются на HCl, CO<sub>2</sub> и воду.

За счет повторного использования рекуперированного HCl в процессе оксихлорирования достигается полное превращение подаваемого хлора.

На схеме показаны отдельные стадии процесса, которые подробно описываются на следующих страницах.

### *Блок-схема установки по производству ВХМ*





## Прямое хлорирование

Газообразный хлор полностью растворяется в относительно малом циркулирующем боковом потоке, выведенного в спускной части рециркуляционного контура, и охлаждается для повышения растворимости хлора.

Хлор добавляется к этому боковому потоку через впрыскивающее сопло. В зоне реакции стояка оба раствора перемешиваются и уже растворенные хлор и этилен реагируют при образовании ДХЭ в ходе быстротекущей жидкофазной реакции, что существенно уменьшает образование побочных продуктов.

В связи с низким статическим давлением в верхней части стояка, ДХЭ начинает кипятить. Полученный продукт и немного избыточного ДХЭ выводятся из емкости испарения и направляются в емкость продукта и в стриппер-испаритель для достижения качества товарного ДХЭ, если необходимо. Избыточный ДХЭ направляется обратно в основной контур реактора.

Таким образом, технология компании «Vinnolit» сочетает эффективное использование энергии высокотемпературного хлорирования (НТС) с

чистотой ДХЭ, типичной для низ-котемпературного хлорирования (LTC). Катализатор подается в контур реактора до пуска, и при нормальной работе больше не добавляется. Полученный дихлорэтан прямо подается в пиролизную печь.

В отличие от традиционных способов прямого хлорирования в процессе компании «Vinnolit» в качестве катализатора используется не  $FeCl_3$ , а комплексное неорганическое соединение. Катализатор подавляет образование побочных продуктов и обеспечивает более высокую селективность по ДХЭ.

В процессе прямого хлорирования ДХЭ получается в ходе сильно экзотермической реакции этилена с хлором.

Технология прямого хлорирования компании «Vinnolit» использует либо традиционный реактор, либо реактор кипящего типа при температурах от 80 до 120 °С и давлениях от 1 до 2,5 бар абс. Фактическая температура зависит от концепции установки.

При применении технологии реактора кипящего типа, основное новшество – инновационный реактор кипящего типа с конвекционным потоком естественной циркуляции в наружном контуре реактора. Реакция протекает в стояке U-образного контура. В отличие от других технологий, газообразный этилен уже полностью растворяется в нижней части стояка.

Технология отличается особой экологической чистотой, потому что

- образуются меньше высококипящих фракций
- образуется незначительное число низкокипящих компонентов (всего лишь некоторые ppm)
- отсутствует потребность в промывной воде
- нет выноса катализатора с продуктом.

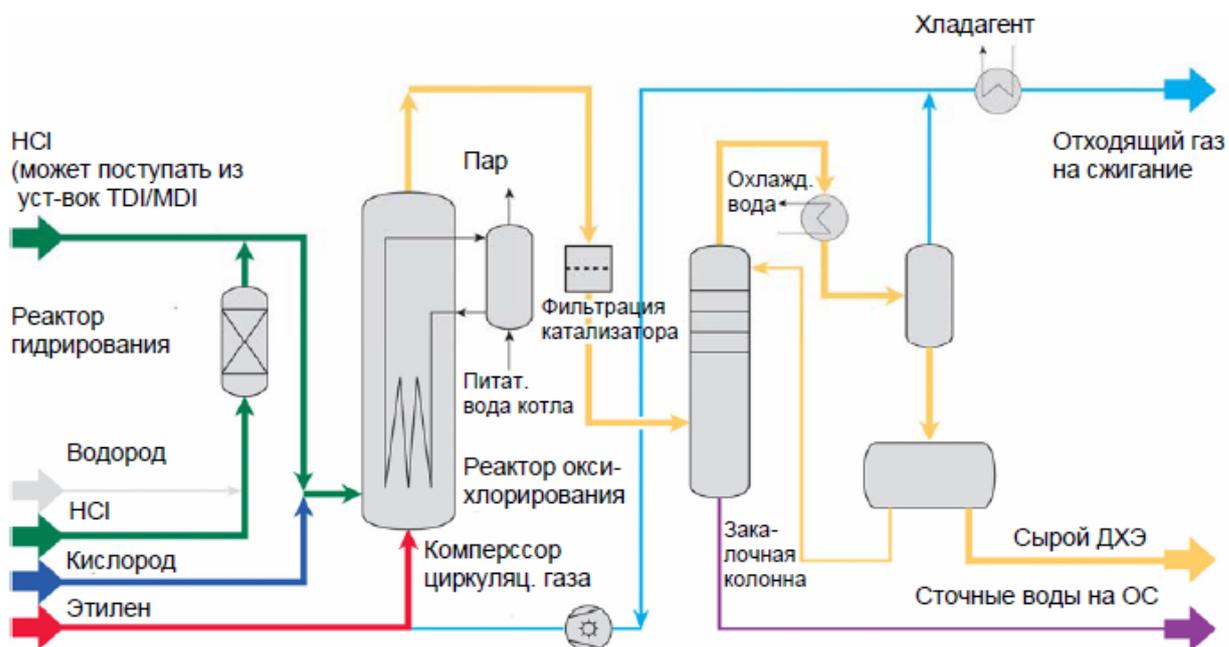
Благодаря своей комплексной структуре катализатор не вызывает коррозию, поэтому можно использовать технологическое оборудование из углеродистой стали. Существующие установки могут быть легко переоборудованы.



стадию дистилляции, где ДХЭ очищается до чистоты, необходимой для подачи в пиролизную печь.

### Оксихлорирование с использованием кислорода

В предпочитаемом нами способе оксихлорирования в качестве окислителя используется кислород. Установки оксихлорирования компании «Vinnolit» могут использовать кислород, полученный либо в агрегатах разделения воздуха либо в установках короткоциклового адсорбции (кислород КЦА). В реакторе катализатор псевдооживается с помощью циркуляционного газа. Кислород подается в количестве, обеспечивающем концентрацию циркуляционного газа ниже предела воспламенения (режим с низкой концентрацией кислорода). Малый поток отходящего газа с инертными компонентами и окисью углерода, который образуется при этом, подается на стадию рециркуляции HCl без дополнительной очистки. В реакторе кипящего слоя реакционная смесь из  $C_2H_4$ , HCl и  $O_2$  каталитически превращается в ДХЭ в ходе сильно экзотермической реакции, протекающей при  $T > 200\text{ }^\circ\text{C}$ . Тепло отводится через внутренние охлаждающие змеевики и утилизируется для получения пара. Независимо от нагрузки полученный пар имеет постоянный уровень давления.



Отличное распределение по кипящему слою позволяет сохранять постоянную температуру, обеспечивает образование незначительного количества побочных продуктов и оптимальное управление процессом. Реакционные газы проходят через фильтр, в котором мелкие частицы катализатора отделяются от газа. Для удаления реакционной воды горячие реакционные газы закаливаются, и ДХЭ конденсируется захлажденной водой в многоступенчатом конденсаторе. Сырой ДХЭ очищается до чистоты, необходимой для подачи в пиролизную печь.

Полученная реакционная вода направляется на очистные сооружения (ОС), где удаляются малые количества хлорированных углеводородов, содержащиеся в ней.

Современная технология оксихлорирования компании «Vinnolit» имеет следующие отличительные черты:

- хорошее распределение тепла в реакторе кипящего слоя без образования мест перегрева
- простое оборудование
- реактор и охлаждающие змеевики из углеродистой стали
- чистота сырого ДХЭ - 99,6 %
- чистота ДХЭ на выходе дистилляции низкокипящих фракции - 99,8 %
- высокая степень конверсии  $C_2H_4$  в ДХЭ: 99,0 %
- при применении кислорода количество отходящего газа составляет 1 % от объема газа с использованием воздуха
- низкий расход катализатора
- мелкие частицы катализатора удаляются либо очисткой сточных вод либо фильтрацией катализатора
- высокая гибкость работы установки
- возможность получения пара 10 бар для дистилляции
- высокий стандарт безопасности в связи с тем, что содержание кислорода составляет менее 1 %.

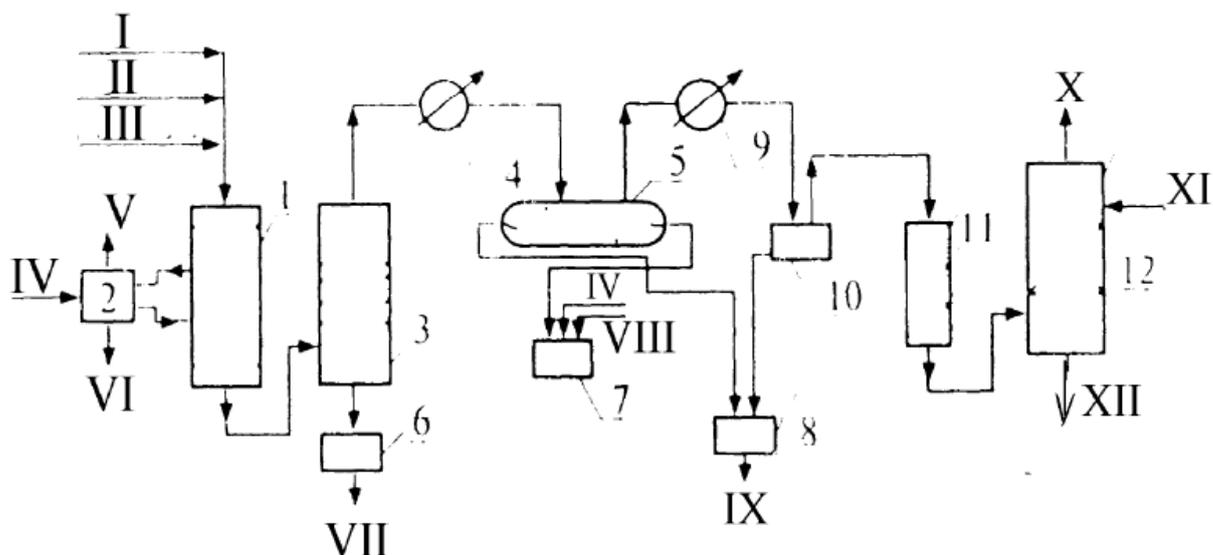
## ***Одностадийный процесс синтеза винилхлорида из этилена (процесс фирмы "Стаффер")***

Фирма "Стаффер" осуществила одностадийный процесс термохлорирования этилена до винилхлорида при 625-775 К и давлении 0,35-1,4 МПа. В качестве катализаторов термохлорирования этилена использовались железо, щелочные и щелочноземельные металлы и их оксиды, хлорид меди в смеси с асбестом, расплавы хлоридов меди и другие композиции. Объединение стадий хлорирования и пиролиза (термохлорирование) представляет некоторые трудности, так как параметры этих процессов существенно различаются. Разработанный для термохлорирования реактор состоит из трех секций, в одной из которых происходит пиролиз дихлорэтана, поступающего из реактора оксихлорирования, во второй - термохлорирование этилена до винилхлорида и дихлорэтана, а в третьей - завершается пиролиз дихлорэтана, непревратившегося в первых двух секциях.

Одним из недостатков описанной выше технологической схемы получения винилхлорида является ее многостадийность. Значительные трудности связаны с процессом термического дегидрохлорирования дихлорэтана вследствие затрат большого количества тепла и образования побочных продуктов: ацетилена, бутадиена, хлоропрена, а также интенсивного смоло- и коксообразования.

Естественным путем снижения энергии активации и, соответственно, температуры процесса является применение катализаторов. Кроме того, в самом сбалансированном процессе скрыта возможность использования тепла экзотермической реакции оксихлорирования этилена (238,8 кДж/моль) для осуществления эндотермической реакции дегидрохлорирования дихлорэтана (71,2 кДж/моль). Очевидно, что можно совместить эти процессы в одной реакционной зоне либо сбалансировать их по теплообмену.

Принципиальная технологическая схема совмещенного процесса представлена на рис. 5.



**Рис. 5. Принципиальная технологическая схема совмещенного процесса получения винилхлорида из этилена**

1 - реактор; 2 - котел-утилизатор; 3 - закалочная колонна; 4,9 - холодильники; 5, 10 - сепараторы; 6, 8, 14 - сборники; 7 - смеситель; 11 - скруббер; 12 - абсорбционная колонна.

Потоки: I - этилен; II - хлорид водорода; III - воздух; IV – вода; V – пар; VI – слив; VII – щелочной раствор; VIII – NaOH; IX – дихлорэтан на отмывку; X – абгазы; XI – дихлорэтан; XII – смесь дихлорэтана и винилхлорида.

Совмещенный процесс получения винилхлорида протекает в кожухотрубном реакторе на стационарном слое катализатора. В реактор 1, заполненный катализатором, под давлением 0,4 МПа подают этилен, хлорид водорода и воздух, подогретые до 423 К. Реакция протекает при 623 К. Основные показатели процесса приведены ниже.

Селективность по винилхлориду, %.....	54
Селективность по СО и СО <sub>2</sub> , %.....	5
Степень конверсии, %	
этилена .....	76
хлорида водорода .....	66
кислорода .....	91

Процесс получения винилхлорида состоит из двух основных стадий: прямого хлорирования этилена и совмещенного процесса окислительного хлорирования этилена и пиролиза дихлорэтана.

В ходе реакции в реакторе 1 происходит выделение тепла, для снятия которого в межтрубное пространство подается теплоноситель. Регенерация теплоносителя осуществляется в котле-утилизаторе 2. Выходящие из реактора реакционные газы, содержащие органический продукты (винилхлорид, 1,2-дихлорэтан, этилхлорид, дихлорэтилены и др.), оксиды углерода, пары воды, азот и непрореагировавшие этилен, хлорид водорода, кислород при 623 К поступают в куб закалочной колонны 3. Температура газов в колонне снижается до 383-393 К.

Охлажденные и нейтрализованные газы из верхней части закалочной колонны 3 поступают в конденсатор 4, в котором происходит частичная конденсация влаги и дихлорэтана. Конденсат поступает на разделение фаз в аппарат 5, из которого дихлорэтан направляется в сборник дихлорэтана сырца 8, а вода - в смеситель 7 для приготовления раствора щелочи. Газовый поток, содержащий винилхлорид, этилен, не сконденсировавшиеся органические продукты, влагу, инертные газы, поступает в холодильник 9, в котором охлаждается до 278 К, проходит через сепаратор 10 и скруббер 11, где высушивается до содержания влаги 10-20 частей на 1 млн. и далее направляется в абсорбционную колонну 12. При суммарной степени превращения этилена в винилхлорид, равной 89%, процесс становится конкурентоспособным по отношению к традиционному сбалансированному процессу.

## МАТЕРИАЛЬНЫЙ РАСЧЕТ

Исходные данные: годовая производительность агрегата по винилхлориду 36000 т/г; годовой фонд рабочего времени 8400 ч;

массовая доля винилхлорид, %: в продукционном формалине – 99,7; в потери винилхлорид на стадии ректификации 0.3 %; параметры подаваемого воздуха: температура 25°C; давление 0,17 МПа;

степень конверсии этилена 0,55;

доля превращенного этилена, расходуемого: по реакции 1 – 0,27; по реакции 2 – 0,60; по реакции 3 – 0,11; по реакции 4 – 0,02;

состав технического этилена, (w,-, %): этилен – 99.9; примеси – 0,1.

Последовательность расчета:

а) определяют общий расход этилена на процесс, количество и состав контактного газа;

б) рассчитывают расход воздуха на получение винилхлорида, содержание в нем водяных паров;

в) составляют материальный баланс контактного аппарата, определяют состав винилхлорида и выхлопных газов на выходе из абсорбционной колонны.

Часовая производительность агрегата: по винилхлориду:

$$36000 \cdot \frac{1000}{8400} = 4286 \frac{\text{кг}}{\text{час}};$$

$$\text{по винилхлориду: } \frac{4286 \cdot 99.7}{100} = 4273 \frac{\text{кг}}{\text{соат}} \quad \text{или} \quad \frac{4273}{62.5} = 68.4 \text{ кмоль/ч.}$$

С учетом потерь на стадии ректификации необходимо получить в контактном аппарате винилхлорида:

$$68,4 \cdot 1,03 = 70,5 \frac{\text{кмоль}}{\text{соат}}$$

Протекающие реакции:



Расход этилена по реакции 1:  $92,254$  кмоль/ч или  $2952$  кг/ч.

Расход этилена по реакции 2:

$$\frac{92,254}{0,27 + 0,60} = 106,039 \frac{\text{кмоль}}{\text{соат}} \quad \text{или} \quad 3393 \frac{\text{кг}}{\text{соат}}$$

где  $0,27$  и  $0,60$  - доля этилена, превращенного в дихлорэтан по реакции 1.

Подают этилен с учетом степени конверсии:

$$\frac{106,039}{0,55} = 192,798 \frac{\text{кмоль}}{\text{соат}} \quad \text{или} \quad 6169 \frac{\text{кг}}{\text{соат}}$$

Количество примесей в техническом этилене:

$$\frac{6169 \cdot 0,1}{0,99} = 6 \frac{\text{кг}}{\text{соат}} \quad \text{или} \quad 0,333 \frac{\text{кмоль}}{\text{соат}}$$

Остается этилена в контактной смеси:

$$192,798 - 106,039 = 86,759 \frac{\text{кмоль}}{\text{соат}} \quad \text{или} \quad 2776 \frac{\text{кг}}{\text{соат}}$$

По реакции 1 расходуется этилена:

$$106,039 \cdot 0,27 = 28,631 \frac{\text{кмоль}}{\text{соат}} \quad \text{или} \quad 916 \frac{\text{кг}}{\text{соат}}$$

образуется:

винилхлорида:  $28,631$  кмоль/ч или  $859$  кг/ч; водород хлорида:  $28,631$  кмоль/ч или  $57$  кг/ч.

По реакции 2 расходуется:

$$\text{дихлорэтана: } 106,039 \cdot 0,60 = 63,623 \frac{\text{кмоль}}{\text{соат}} \quad \text{или} \quad 2036 \frac{\text{кг}}{\text{соат}};$$

кислорода:  $63,623 - 0,5 = 31,812$  кмоль/ч или  $1018$  кг/ч;

образуется:

винилхлорида:  $63,623$  кмоль/ч или  $1909$  кг/ч; водяного пара:  $63,623$  кмоль/ч или  $1145$  кг/ч;

По реакции 1 расходуется:

этилена:  $106,039 - 0,11 = 11,664$  кмоль/ч или  $373$  кг/ч;

хлора:  $11,664 - 1,5 = 17,496$  кмоль/ч или  $560$  кг/ч;

образуется:

кислорода:  $11,664$  кмоль/ч или  $513$  кг/ч; водяного пара:  $11,664-2=23,328$  кмоль/ч или  $420$  кг/ч.

По реакции 2 расходуется: дихлорэтана:  $106,039-0,02=2,121$  кмоль/ч или  $68$  кг/ч; образуется:

водород хлорида:  $2,121$  кмоль/ч или  $59$  кг/ч; водорода:  $2,121-2=4,242$  кмоль/ч или  $9$  кг/ч.

Всего образуется:

кислорода:  $28,631+4,242=32,873$  кмоль/ч или  $66$  кг/ч; водяного пара.  $63,623+23,328=86,951$  кмоль/ч или  $1565$  кг/ч.

Общий расход кислорода:

$31,812+17,496 = 49,308$  кмоль/ч или  $1578$  кг/ч. Молярное отношение хлор:этилен равно:

$$49,308/192,798 = 0,256.$$

Расход сухого воздуха:

$49,308/0,21=234,800$  кмоль/ч; где  $0,21$  - объемная (молярная) доля кислорода в сухом воздухе.

Таблица 4

Материальный баланс стадии контактирования

<i><b>Входит</b></i>	<i><b>кмоль/час</b></i>	<i><b>кг/час</b></i>	<i><b>Выходит</b></i>	<i><b>кмоль/ час</b></i>	<i><b>кг/ час</b></i>
Этилен	192,798	6169	Этилен	86,759	2776
Хлор	49,308	1578	Винилхлорид	92,254	2768
Кислород	185,492	5194	Углерод оксид	2,121	59
Азот	4,881	88	Углерод диоксид	11,664	513
			Азот	185,492	5194
			Водород хлорид	32,873	66
			Примеси	91,832	1653
<i><b>Всего</b></i>	<i><b>502,995</b></i>	<i><b>13029</b></i>	<i><b>Всего</b></i>	<i><b>502,995</b></i>	<i><b>13029</b></i>

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ОСНОВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Технологический расчет реактора (контактного аппарата]

Назначение, устройство и основные размеры. Определение числа реакторов

Реактор (контактный аппарат) предназначен для окислительного дегидрирования метанола в формальдегид в газовой фазе на пемзосеребряном катализаторе. Для расчета выбран вертикальный стальной цилиндрический аппарат, смонтированный непосредственно над верхней трубной решеткой подкон- тактного холодильника. В нижней части аппарата на свободно лежащую решетку, покрытую двумя слоями сеток, засыпан катализатор. Над слоем катализатора предусмотрено распределительное устройство, имеющее 24 щели размером 200x50 мм для равномерного распределения потока спиртовоздушной смеси.

Разогрев катализатора производят тремя нихромовыми электроспиральями ( $d=0,4$  мм,  $U=220$  В).

Техническая характеристика контактного аппарата:

Производительность, кг/ч:	Диаметр внутренний, мм	2000	
по формальдегиду	2800	Высота (без подконтактного	2150
по спиртовоздушной	13 500	холодильника), мм	
смеси	Объем катализатора, м <sup>3</sup>	0,4	

Аппарат снабжен штуцером входа спиртовоздушной смеси Ду 500, ру 1, двумя взрывными мембранами Ду 600, ру 1, люком-лазом Ду 500, ру 0,4.

По данным таблицы материального баланса, на стадии контактирования образуется 2768 кг/ч формальдегида, расход спиртовоздушной смеси составляет 13 029 кг/ч.

Необходимое число реакторов:

$$n=2768/2800=0,989 \text{ или } \gamma=13\ 029/13\ 500=0,965.$$

Таким образом, нужно установить один реактор (контактный аппарат).

Тепловой расчет

Исходные данные: расход спиртовоздушной смеси  $432,479/3600=0,1201$  кмоль/с; количество контактного газа  $502,995/3600=0,1397$  кмоль/с; температура: на входе в аппарат 100—120 °С; на выходе из аппарата 680 °С.

Цель расчета — уточнение температуры спиртовоздушной смеси на входе в контактный аппарат.

Уравнение теплового баланса в общем виде:

$$Q_1 + Q_2 = Q_3 + Q_{пот},$$

где  $Q_1, Q_2$  — тепловые потоки спиртовоздушной смеси и контактного газа соответственно, кВт,  $Q_3$  — теплота, выделяющаяся за счет химических реакций, кВт;  $Q_{пот}$  — теплопотери в окружающую среду, кВт.

Для определения значений  $Q_1$  и  $Q_3$  рассчитывают средние молярные теплоемкости спиртовоздушной смеси при  $t_{cp} = (100+120)/2 = 110$  °С ( $7, = 110 + 273 = 383$  К) и контактного газа при  $T_3 = 680 + 273 = 953$  К:

Спиртовоздушная смесь:	$x_i, \%$	$c_i, \text{Дж}/(\text{моль}\cdot\text{К})$	$c_i x_i / 100$ Дж/(моль·К)
Метанол	44,58	51,02	22,7447
Кислород	11,40	30,19	3,4417
Азот	42,89	29,52	12,6611
Вода	1,13	34,32	0,3878
$\Sigma$	100,00	-	39,2353
Контактный газ:			
Метанол	17,25	87,35	15,0679
Формальдегид	18,34	60,28	11,0554
Окись углерода	0,42	32,27	0,1355
Дуокись углерода	2,32	51,82	1,2022
диоксид			
Азот	36,88	31,95	11,7832
Водород	6,53	30,45	1,9884
Вода	18,26	40,25	7,3496

$$\Sigma \quad 100,00 \quad - \quad 48,5822$$

Тепловой поток спиртовоздушной смеси:

$$Q_1 = 0,1201 \cdot 39,2353 \cdot t_x = 4,7122 t_x \text{кВт}$$

Определяют теплоты реакций 1 – 4 (в кДж/моль):

Реакция	$\Delta H_{298}^0 = \sum \Delta H_{298(ox)}^0 - \sum \Delta H_{298(das)}^0$
$CH_3OH_{(g)} \leftrightarrow CH_2O + H_2$	$-115,90 - (-201,00) = 85,1$
$CH_3OH_{(g)} + 0,5O_2 \leftrightarrow CH_2O + H_2O_{(g)}$	$-115,90 - (-241,81) - (-201,00) = -156,71$
$CH_3OH_{(g)} + 1,5O_2 \leftrightarrow CO_2 + 2H_2O_{(g)}$	$-393,51 + 2 \cdot (-241,81) - (-201,00) = -676,13$
$CH_3OH_{(g)} \leftrightarrow CO + 2H_2$	$-110,53 - (-201,00) = 90,47$

Рассчитывают теплоту  $Q_2$ , выделяющуюся за счет химических реакций, по формуле:

$$Q_2 = 1000 \frac{28,631 - 85,1 + 63,623 \cdot 156,71 + 11,664 \cdot 676,13 + 2,121 - 90,47}{3600} = 4230,099 \text{кВт}$$

Тепловой поток контактного газа:

$$Q_3 = 0,1397 \cdot 48,5822 \cdot 680 = 4615,115 \text{кВт}$$

Принимают, что теплотери в окружающую среду составляют 3% от общего прихода (расхода) теплоты:

$$Q_{\text{ноо}} = \frac{4615,115 \cdot 3}{100 - 3} = 142,736 \text{кВт}$$

Общий расход теплоты:

$$Q_{\text{расх}} = Q_3 + Q_{\text{ноо}} = 4615,115 + 142,736 = 4757,851 \text{кВт}$$

Температуру спиртовоздушной смеси находят из уравнения теплового баланса:

$$4,7122 t_x + 4230,099 = 4757,851; \quad t_x = \frac{527,752}{4,7122} = 112^\circ \text{C};$$

что соответствует принятому интервалу температур.

Составляют тепловой баланс контактного аппарата.

Минимальная температура спиртовоздушной смеси на входе в контактный аппарат должна быть на 20 – 25 °С выше температуры кипения метанола в спиртоиспарителе. Температура кипения метанола при нормальном давлении равна 64,7 °С; при 0,2 МПа – 84 °С; при 0,5 МПа – 112°С.

Из данных теплового баланса контактного аппарата видно, что приход теплоты в аппарат определяется теплотой, выделяющейся за счет химических реакций (88,9%)- Отсюда следует, что температура подогрева спиртовоздушной смеси зависит от молярного соотношения кислорода и метанола на входе в систему. Если в результате теплового расчета будет получено значение температуры ниже минимально допустимого, необходимо уменьшить молярное соотношение кислорода и метанола, что повлечет за собой уменьшение доли метанола, расходуемого по экзотермическим реакциям окисления (реакции 5 и 6), и повышение температуры подогрева спир- товоздушной смеси.

Таблица 6

Тепловой баланс контактного аппарата

Приход	кВт	%	Расход	кВт	%
Тепловой поток спиртовоздушной смеси	527,752	11,1	Тепловой поток контактного газа	4615,115	97,0
Теплота, выделяющаяся за счет химических реакций	4230,099	88,9	Теплопотери в окружающую среду	142,736	3,0
	4757,851	100,0	В с е г о	4757,851	100,0

Расчет реактора (контактного аппарата)

Объемный расход спиртовоздушной смеси:

$$V_{yuq} = 432,479 \cdot 22,4 = 9688 \frac{m^3}{soat}$$

При объемной скорости необходимый объем катализатора:

$$V_k = \frac{V_{yuq}}{V_{um}} = \frac{9688}{25000} = 0,388 m^3$$

В принятом стандартном аппарате объем катализатора, следовательно, запас производительности по катализатору составляет:

$$\frac{0,400 - 0,388}{0,388} \cdot 100 = 3\% . \text{ Высота слоя катализатора в аппарате:}$$

$$h_k = \frac{V_k}{S} = \frac{0,4}{0,785 \cdot 2,0^2} = 0,127 m$$

Объемный расход контактного газа при температуре  $t = 680 + 273 = 953 K$  и давлении  $p = 0,22 \text{ МПа}$ :

$$V_{chiq} = \frac{502,995 \cdot 22,4}{3600} \cdot \frac{953 \cdot 101325}{273 \cdot 0,22 \cdot 10^6} = 5,03 \frac{m^3}{soat}$$

Линейная скорость газа в сечении контактного аппарата:

$$w = \frac{V_{chiq}}{S} = \frac{5,03}{0,785 \cdot 2,0^2} = 1,6 \frac{m}{soat} ,$$

что соответствует оптимальному технологическому режиму.

#### *Технологический расчет спиртоиспарителя*

Назначение, устройство и основные размеры. Определение числа аппаратов

Спиртоиспаритель предназначен для испарения жидкого метанола и получения спиртовоздушной смеси. Для расчета выбран вертикальный стальной цилиндрический аппарат с циркуляционной трубой и выносной греющей камерой, выполненной в виде кожухотрубчатого теплообменника.

Греющая камера представляет собой пучок труб, верхние и нижние концы которых завальцованы в трубные решетки, приваренные к обечайке. Греющая камера соединяется с циркуляционной трубой переходной (вверху) и нижней камерами. Переходная камера тангенциально соединена с сепаратором – цилиндрическим сосудом с коническим днищем,

сообщающимся с нижней камерой циркуляционной трубой. В верхней части сепаратора расположен секционный объемно-сетчатый брызго-отделитель.

Циркуляция раствора в аппарате осуществляется по замкнутому контуру: сепаратор – циркуляционная труба – нижняя камера – греющая камера – переходная камера – сепаратор. Метанол, поднимаясь по трубам греющей камеры, нагревается и вскипает по мере подъема. В переходной камере парожид-костная смесь насыщается воздухом и направляется в сепаратор, где происходит разделение жидкой и паровой фаз. Спирто-воздушная смесь, проходя брызгоотделитель, освобождается от капель и выходит из аппарата, а метанол возвращается по циркуляционной трубе в греющую камеру, где происходит его испарение.

Техническая характеристика спиртоиспарителя:

Длина общая, мм	5460
Ширина, мм	2720
Высота, мм	12 420
Число труб греющей камеры	227 (dTP=57X3,5 мм)
Длина трубы, мм	4000
Площадь поверхности тепло обмена, м <sup>2</sup>	162

Аппарат снабжен штуцерами входа метанола в циркуляционную трубу Ду 450, ру 1, штуцерами входа воздуха Ду 300, ру 1 и выхода конденсата Ду 100, ру 1, штуцером выхода спиртовоз-душной смеси Ду 800, ру 0,4.

Для расчета принимают агрегатную схему компоновки оборудования, по которой на один контактный аппарат приходится один спиртоиспаритель.

#### *Тепловой расчет*

Исходные данные: теплоноситель – водяной насыщенный пар, образующийся при охлаждении контактного газа конденсатом в подконтактном холодильнике, давление пара 0,3 МПа, температура 133°C; температура, °C: жидкого метанола – 25; воздуха – 120; спиртовоздушной смеси на выходе из испарителя – 85; в спиртоиспаритель подают: жидкого метанола –  $192,798/3600=0,0536$  кмоль/с или  $6169/3600=1,7136$  кг/с; сухого

воздуха –  $(49,308 + 185,492)/3600 = 0,0652$  кмоль/с; количество: паров воды в воздухе  $4,548/3600 = 0,0013$  кмоль/с, воды в техническом метаноле 6 кг/ч; спиртовоздушной смеси на выходе из испарителя 0,1201 кмоль/с;

Данные о количестве и составе материальных потоков.

Цель расчета - определение расхода греющего пара.

Уравнение теплового баланса в общем виде:

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = Q_4 + Q_5 + Q_{yo'q}$$

где  $Q_1, Q_2, Q_3, Q_4$  - тепловые потоки жидкого технического метанола, воздуха, греющего пара и спиртовоздушной смеси соответственно, кВт;  $Q_5$  - теплота, расходуемая на испарение метанола и воды, кВт;  $Q_{пот}$  - теплопотери в окружающую среду, кВт.

Тепловой поток жидкого технического метанола:

$$Q_1 = \frac{0,0536 \cdot 81,60 + 6 \cdot 4,187}{3600} \cdot 25 = 109,518 \text{ кВт}$$

где 81,60 — молярная теплоемкость жидкого метанола, Дж/(моль·К); 4,187 — удельная теплоемкость воды, кДж/(кг·К).

Тепловой поток воздуха:

$$Q_2 = \frac{0,0652 \cdot 29,725 + 0,0013 \cdot 34,42}{120} \cdot 120 = 237,938 \text{ кВт}$$

где 29,725 - средняя молярная теплоемкость сухого воздуха, Дж/(моль·К); 34,42 - молярная теплоемкость водяного пара, Дж/(моль·К)-

Значения молярных теплоемкостей компонентов воздуха и жидкого метанола рассчитывают при  $T = 120 + 273 = 393$  К. Для определения теплового потока спиртовоздушной смеси Ф4 используют данные табл. 36; среднюю молярную теплоемкость спиртовоздушной смеси рассчитывают при  $T = 85 + 273 = 358$  К.

Расчет средней молярной теплоемкости спиртовоздушной смеси:

	$CH_3OH$	$O_2$	$N_2$	$H_2O$	$\Sigma$
$x_i, \%$	44,58	11,40	42,89	1,13	100,00
$C_i, \text{ Дж/моль}\cdot\text{К}$	48,96	29,73	29,41	34,09	-

$C_i x_i/100$  Дж/моль·К                    21,8264                    3,3892    12,6139    0,3852    38,2147

Расход теплоты на испарение метанола и воды:

$$Q_5 = 1,7136 \cdot 1050,1 + \frac{6}{3600} \cdot 2297,0 = 1803,280 \text{ кВт}$$

где 1050,1 и 2297,0—удельная теплота парообразования метанола и воды, кДж/кг.

Принимают, что теплотери в окружающую среду составляют 1% от общего прихода (расхода) теплоты:

$$Q_5 = \frac{390,115 + 1803,280 \cdot 1}{100 - 1} = 22,156 \text{ кВт}$$

Общий расход теплоты:

$$Q_{\text{сarf}} = Q_4 + Q_5 + Q_{\text{yo'q}} = 390,115 + 1803,280 + 22,156 = 2215,551 \text{ кВт}$$

Тепловой поток греющего пара находят из уравнения теплового баланса:

$$Q_3 = Q_{\text{сarf}} + Q_1 + Q_2 = 2215,551 - 109,518 - 237,938 = 1868,095 \text{ кВт} .$$

Расход греющего пара:

$$\frac{1868,095}{0,9 \cdot 2171} = 0,96 \frac{\text{кг}}{\text{с}} \quad \text{или} \quad 3440 \frac{\text{кг}}{\text{соat}}$$

где 2171 - удельная теплота парообразования при  $p=0,3$  МПа, кДж/кг; 0,9 - к.п.д. теплообменника.

Таблица 7

Составляют тепловой баланс спиртоиспарителя.

Вход	кВт	%	расход	кВт	%
Тепловой поток метанола	109,518	5,0	Тепловой поток спиртовоздушной смеси	390,115	17,6
Тепловой поток воздуха	237,938	10,7	Теплотери	1803,280	81,4
Тепловой поток	1868,095	84,3	Потери на	22,156	1,0

КОНТАКТНЫХ ГАЗОВ			помещение		
Всего	2215,551	100,0	Всего	2215,551	100,0

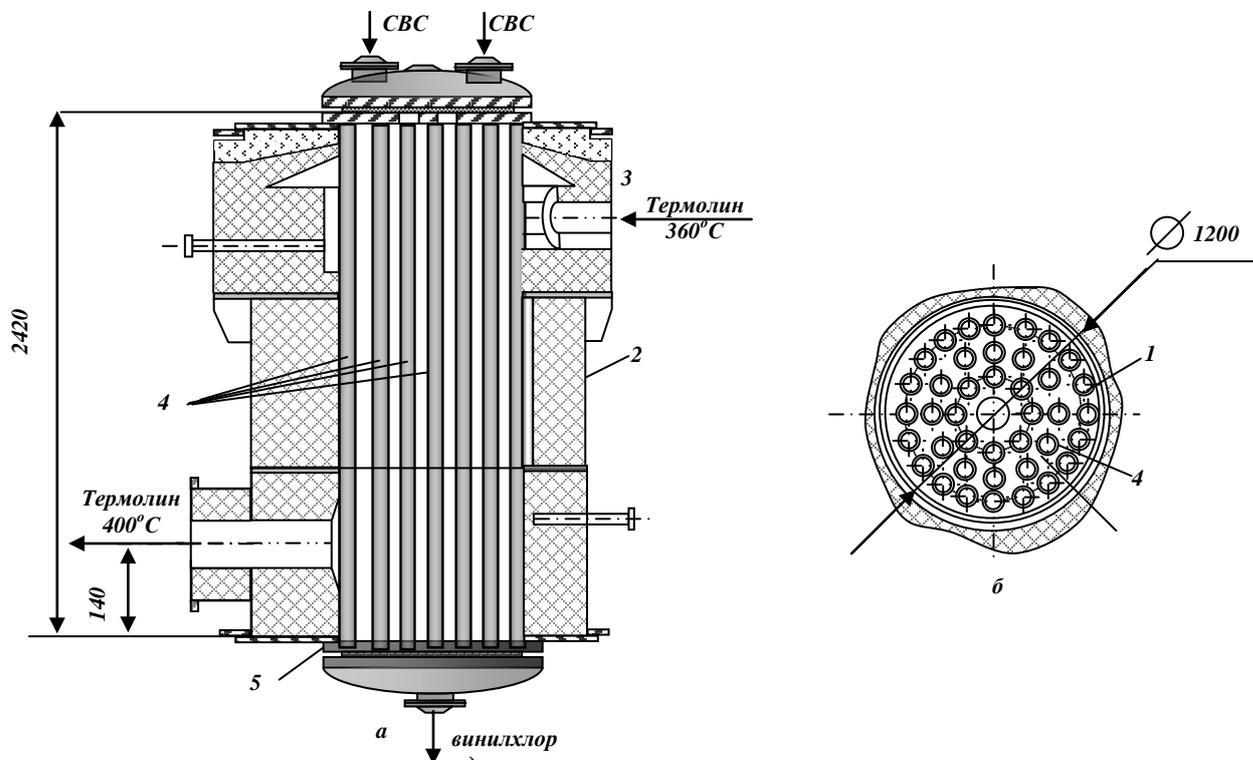


Рис.5. Реактор типа теплообменника, состоящего из 2107 патрубков.  
 1-патрубки; 2-корпус; 3-штуцер для охлаждающей смеси; 4-межпатрубочное пространство

## ЭКОЛОГИЯ

Винилхлорид может приносить вред при вдыхании его паров, при приеме внутрь, при длительном или частом соприкосновении с кожей. Иногда неправильно высказывают мнение, что отравления обусловлены якобы не самим метанолом, а примесями в техническом метаноле. В действительности чистый метанол проявляет такое жетоксическое действие, как и метанол-сырец. Метанол медленнее поглощается живым организмом, чем этанол, но также и медленнее разлагается, в связи с чем наблюдается кумулятивный эффект.

Вдыхание воздуха, содержащего  $\approx 1000$  млн<sup>-1</sup> метанола, вызывает легкие явления отравления - головные боли, усталость, тошноту. Однако и при такой концентрации, как установлено недавно, возможно раздражение слизистых оболочек глаз, дыхательных путей. Порог восприятия запаха метанола равен 4,5 мг на 1 м<sup>3</sup> воздуха; раздражение глаз наступает уже при 3,53 мг/м<sup>3</sup>.

При концентрациях значительно выше 1000 млн<sup>-1</sup> наступают тяжелые отравления с возможным смертельным исходом (паралич дыхательных центров). Если выздоровление и происходит, оно протекает в большинстве случаев очень медленно. При воздействии концентраций менее 1000 млн<sup>-1</sup> в течение рабочей смены не наблюдается никакого кумулятивного действия, так как длительность нерабочего времени (т. е. перерыв между сменами) достаточна для разложения метанола в организме. Предельно допустимые концентрации на рабочем месте при 8-часовой рабочей смене составляют 260 мг/м<sup>3</sup>.

При приеме внутрь уже 30 мл метанола может наступить смерть (во всяком случае наступают очень тяжелые последствия и выздоровление идет очень медленно). Хотя часть принятого метанола и выводится с

выдыхаемым воздухом, но остающееся в организме количество медленно окисляется в формальдегид, который затем быстро окисляется в муравьиную кислоту. Последняя накапливается в организме и нарушает там кислотно-щелочное равновесие. Характерным для отравления метанолом является поражение зрительного нерва.

При попадании на кожу метанол обезжиривает ее; могут появиться трещины и экземы. Если контакт кожи с метанолом длителен, могут наступить тяжелые отравления.

При отравлении метанолом необходимо вынести пострадавшего на свежий воздух, возможно быстрее удалить пропитанную метанолом одежду, промыть водой пораженные участки кожи. В зависимости от тяжести отравления (особенно после приема внутрь) делают промывание желудка, дают вдыхать возбуждающие средства. Рекомендуются также принимать пищевой этиловый спирт в таких количествах, чтобы его концентрация в крови достигла 0,5%; при этом замедляется образование токсичной муравьиной кислоты.

#### *Перечень выбросов вредных веществ производства в окружающую среду*

При производстве прядильного раствора имеются выбросы в окружающую среду твердых, жидких и газообразных отходов как при ведении технологического процесса, так и в аварийных случаях, а также при остановке отдельного оборудования или цеха на ремонт.

Для обезвреживания газовых выбросов в атмосферу в цехе предусмотрена установка абсорбции газообразных мономеров.

Газообразные мономеры из напорных баков, контрольных бачков, аппарата для смешивания реагентов отделения полимеризации и из аппаратов отделения обезвоздушивания и фильтрации прядильного раствора поступают по общему коллектору под потоком азота избыточным давлением  $0,02 \text{ кгс/см}^2$  (0,002 МПа) через гидрозатвор в инжекционный абсорбер. Газообразные мономеры от аппаратов отделения регенерации поступают по общему коллектору в абсорбер.

В качестве абсорбента применяется глубокообессоленная вода, поступающая в сборник абсорбента по общецеховому коллектору через ротаметр расходом (30÷60) л/ч.

Из сборника абсорбент насосом подается через ротаметр в гидрозатвор и верхнюю часть абсорбера расходом 4000 л/ч, а также через ротаметр в нижнюю часть абсорбера расходом 1000 л/ч.

В гидрозатворе происходит растворение газообразных мономеров в абсорбенте. Далее не растворившиеся газообразные мономеры из с потоком газообразных мономеров из отделения регенерации поступают в абсорбер где они улавливаются абсорбентом, который распыляется в верхней и нижней части абсорбера.

Для выдерживания температурного режима процесса абсорбции мономеров в пределах (20±5)°С в рубашку сборника предусмотрена подача захоложенной воды с температурой не более 10°С.

Абсорбент, с растворенными мономерами, из гидрозатвора и абсорбера сливается в сборник и далее избыток по линии перелива направляется в аппарат.

Очищенный от мономеров газ по воздушной линии абсорбера через огнепреградитель сбрасывается в атмосферу.

*Меры, обеспечивающие надежность охраны водных ресурсов и воздушного бассейна в случае аварийных ситуаций и остановки производства на ремонт*

Технологической схемой получения прядильного раствора и регенерации растворителя предусмотрены меры, обеспечивающие надежность охраны водных ресурсов и воздушного бассейна в случае аварийных ситуаций и остановки производства на ремонт.

Аварийная ситуация возможна при разгерметизации оборудования. Все емкостное оборудование цеха оборудовано воздушными линиями. На воздушных линиях напорных баков и аппарата установлены холодильники-конденсаторы. Для конденсации паров НАК, МА, ИПС в межтрубное

пространство холодильников-конденсаторов напорных баков подается захлажденная вода с температурой не более 2°C, в межтрубное пространство холодильника-конденсатора аппарата подается захлажденная вода с температурой не более 10°C.

Для предотвращения образования взрывоопасных смесей выбросов в атмосферу паров метанола, кислорода, ИПС с кислородом воздуха продукты в напорных баках находятся под азотным дыханием. Азотное дыхание аппаратов создается азотом избыточным давлением 0,02 кгс/см<sup>2</sup> (0,002 МПа) и поддерживается автоматически клапаном со щита КИПиА на ЦПУ.

Несконденсированные пары метанола, кислорода, ИПС направляются на установку абсорбции газообразных мономеров.

При розливе продуктов: НАК, МА, ИПС, реакционной смеси, прядильного раствора, раствора роданистого натрия, раствора гидроксида натрия – исключается их попадание в грунт и в промливневую канализацию, так как помещение цеха имеет полы с химзащитой, а аппараты, корпуса ВВУ, а также насосное оборудование отделения регенерации оборудованы поддонами.

Контроль состава и количества промышленных стоков, газообразных выбросов и отходов производства отражен в разделе 9 «Контроль производства и управления технологическим процессом».

### **Способы обезвреживания и нейтрализации продуктов производства при их розливах**

Продукты, используемые и образующиеся в процессе получения формальдегида раствора и концентрирования формальдегида, из технологических систем и отдельного вида оборудования - удаляются в соответствии с требованиями инструкции № 101-ПЦ-4 «По сдаче оборудования в ремонт и приему из ремонта». Где указаны последовательность проведения операций по освобождению, промывке и продувке аппаратов, места подсоединения временных линий для подачи в

аппараты азота, воздуха, воды, для слива остатков продукта из аппаратов, хладоагентов из рубашек аппаратов и промывных вод, а также указаны места установки заглушек.

В процессе работы и при аварийных ситуациях в цехе возможны разливы следующих веществ:

- формальдегид;
- формалин;
- метанол;
- гидроксида натрия;
- реакционной смеси;

Обезвреживание и нейтрализация пролитых веществ производится следующим образом:

- формалин дегазируют обработкой раствором гидроксида натрия с массовой долей 10% или раствором железного купороса с массовой долей 10%. Нейтрализованный продукт засыпают песком, собирают в тару и вывозят в отвал. Место нейтрализации смывают водой в канализацию оргстоков;
- формалин при разливах дегазируют хлорной известью. Нейтрализованный продукт засыпают песком, собирают в тару и вывозят в отвал. Место нейтрализации смывают водой в канализацию оргстоков;
- разливы метанола должны быть немедленно смыты водой в канализацию оргстоков;
- разливы раствора гидроксида натрия засыпают песком, собирают в тару и вывозят в отвал. Место нейтрализации смывают водой в канализацию оргстоков;
- разливы раствора роданистого натрия убирают с помощью вакуум-уборки. Собранные проливы очищаются на БВФ от механических примесей и возвращаются в технологический процесс;
- разливы реакционной смеси дегазируют обработкой раствором гидроксида натрия с массовой долей 10% или раствором железного купороса

с массовой долей 10%. Нейтрализованный продукт засыпают песком, собирают в тару и вывозят в отвал. Место нейтрализации смывают водой в канализацию оргстоков;

- разливы прядильного раствора заливают водой. Скоагулированный раствор собирают в тару и вывозят в отвал.

$$H = 38 \text{ м}; D = 2,8 \text{ м}; t = 80,0^\circ\text{C}, v = 39 \text{ м/с}$$

$$\text{ПДК}_{\text{CO}_2} = 20 \text{ мг/м}^3; \text{ПДК}_{\text{NV}} = 0,02 \text{ мг/м}^3$$

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

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

$$\text{ЧМЧ}_{\text{CO}_2} = \frac{\text{ЧММ} \cdot H^2 \cdot \sqrt[3]{V \cdot \Delta T}}{A \cdot F \cdot m \cdot n} = \frac{5 \cdot 30^2 \cdot \sqrt[3]{0,007 \cdot 330}}{200} = \frac{4500 \cdot \sqrt[3]{2,419}}{200} = 131,6 \text{ мг/м}^3$$

$$\text{ЧМЧ}_{\text{CH}_3\text{OH}} = \frac{0,085 \cdot 900 \cdot \sqrt[3]{2,419}}{200} = \frac{102,51}{200} = 0,512 \text{ мг/м}^3$$

$$\text{ЧМЧ}_{\text{кат.пыль}} = \frac{1,0 \cdot 900 \cdot \sqrt[3]{2,419}}{200} = \frac{1206,0}{200} = 6,03 \text{ мг/м}^3$$

Данные расчеты доказывают необходимость использования адсорбционной очистки.

Газопылевая смесь выбрасываемая в атмосферу

Таблица 8

Источник	Состав	Количество		Количество для очистки	ПДК мг/м <sup>3</sup>	Метод очистки	Рекуперация
		Газообразные м <sup>3</sup> /соат	Пыль м <sup>3</sup> /соат				
Реактор	Формальдегид	1,05	-	1,05	7,3	Абсорбция	Для сжигания
Теплообменник	Катализаторная пыль	1,78	-	1,78	79,9	Фильтрация	
Реактор	Метанол	6,09	-	6,09	9,1	Абсорбция	

Норма использования воды

Таблица 9

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

Очитка оборотной воды

Таблица 10

Оборотная вода	Состав оборотной вода	Объем воды, , м <sup>3</sup> /с		Способ очистки	Очистная установка	Использования
		Не очищаемая	Очищаемая			
Народное потребление	Механические примеси	-	4200	Фiltrация	Фильтр	Для технологических целей
	Органикческие примеси	-	4200	Билогикческа я	Биологиккий бассейн	Для технологических целей

## ГРАЖДАНСКАЯ ОБОРОНА

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 производстве (АО «Каустик» г. Волгоград; АО «Саянхимпром» г. Саянск; АО «Капролактам» 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 вязкозных 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 км<sup>3</sup> 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.

## АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

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 заданной целью составляется схема регулирования или управления технологическим процессом. При необходимости ослабления или учета внутренних взаимосвязей, а также повышения качества 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).

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

$$W_{\text{исполнительного механизма}}=1/(60s+1).$$

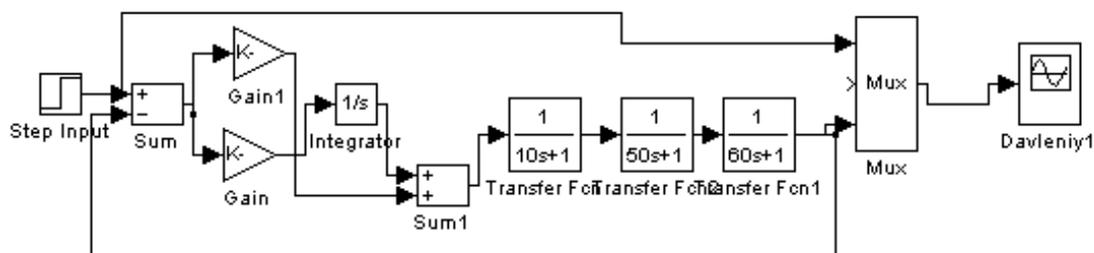


Рис. 6. Схема САР температуры в ЭЛОУ.

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

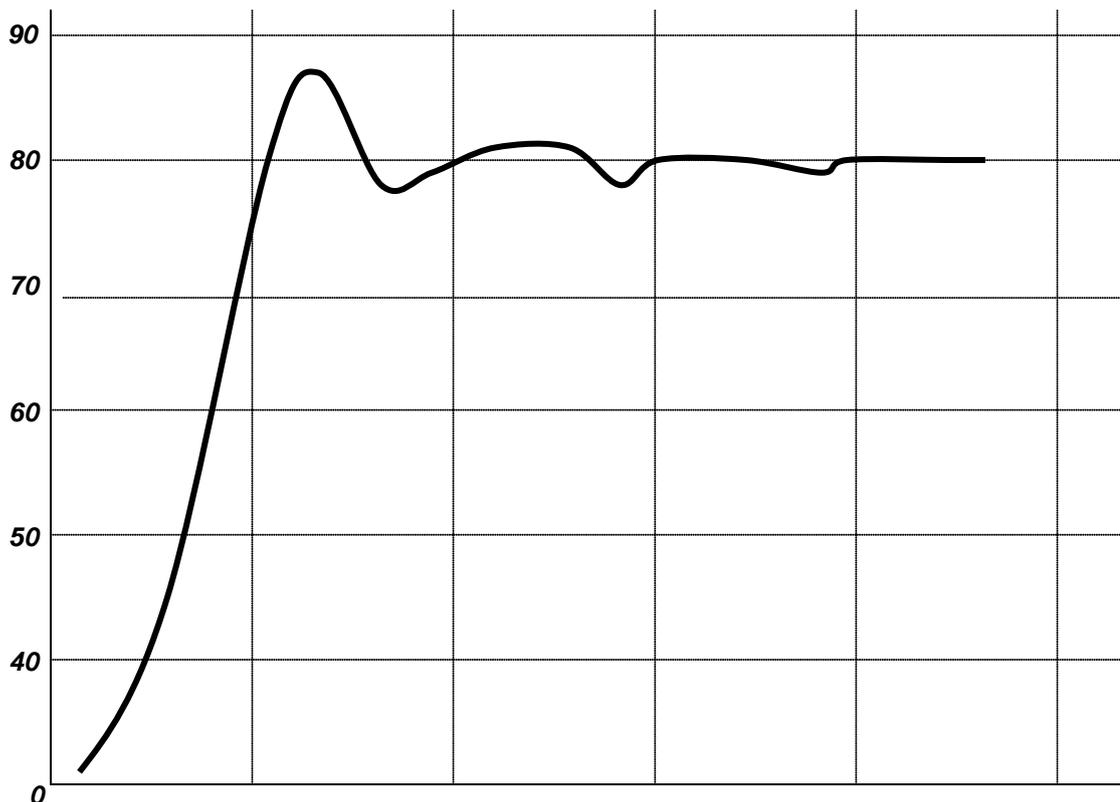


Рис.7. Переходная характеристика САР температуры в ЭЛОУ.

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  $\leq 50$  с;
- статическая ошибка  $\leq 0,05$ ;

- перерегулирование  $\leq 10\%$ ;
- время нарастания  $\leq 15$  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.

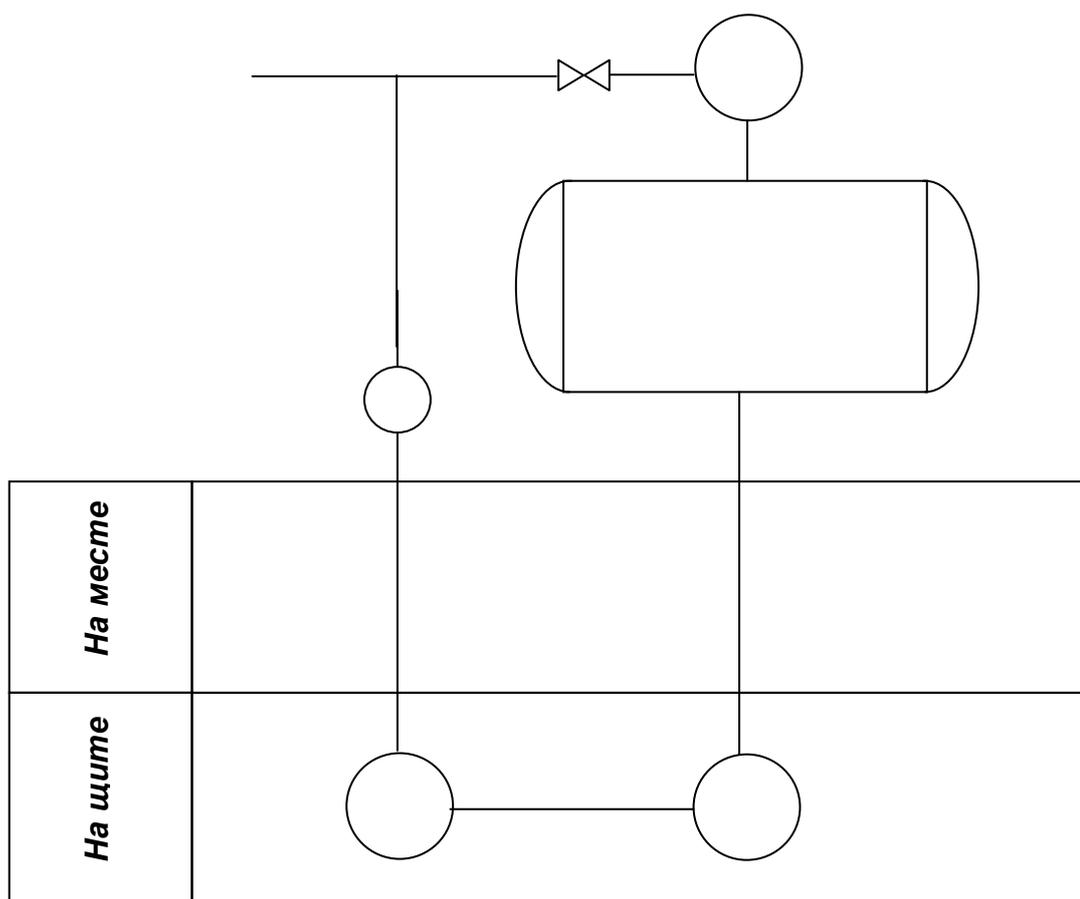
Основные области применения линейных регуляторов определяются с учетом следующих рекомендаций: И – регулятор со статическим ОР – при медленных изменениях возмущений и малом времени запаздывания ( $\tau/T < 0.1$ );

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 месте	Панель дистанционного управления	БПДУ	1
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 (таблица 2)

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

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 (таблица 3)

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 (таблица 3)

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 11-14 приводится методика расчета всех необходимых экономических показателей.

Производственная программа - выпуск продукции в натуральном выражении  
и стоимостном измерениях

Таблица 11

№	Наименование продуктов	ед. изм	Цена единицы, сум	В натуральном выражении	В стоимостном выражении
	Формальдегид	т	530000	23600	12508000

#### Пояснение к таблице 11

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, м<sup>3</sup>, 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 расходуемые 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, относящееся 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, но-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. 12)

Калькуляция себестоимости продукции (указать наименование)

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

Таблица 12

№	Наименование статей затрат	Стоимость	
		Единицы, сум/шт.	Годового выпуска, тыс сум.
1.	Сырье и прямые материальные затраты	286720	6766592
2.	Прямые затраты на труд а) Заработная производственных рабочих. б) ставка единого социального платежа - 25% от з/платы.	16384	386662,400
3.	Косвенные затраты на материала % от прямых затрат.	12451,84	293863,424
4.	Косвенные затраты на труд а) % от прямых затрат (в.т.) б) % на ставку ед. соц. платежа)	3932,16	92798,976
5.	Амортизация оборудования	61440	1449984
6.	Прочие расходы производственного назначения.	24576	579993,6
7.	Производственная себестоимость	16384	386662,4
8.	Расходы периода	4096	96665,6
9.	Общие издержки	376832	893235,2
10.	Прибыль	32768	773324,8
11.	Рентабельность(%)	409600	666560
12.	Оптовая цена предприятия	120400	841440
13.	Ставка акциза	29	-
14.	НДС	530000	2508000
	Оптово - отпускная цена с НДС.		-

Калькуляция себестоимости продукции (указать наименование)

Годовой выпуск - (в натуральном измерении)

Калькулируемая единица продукции-(1т, 10 дал, 100 бут. и т.д.)

№ п/п	Наименование статей затрат	В пересчете	
		На ед-цу продукции	На годовой объем т.сум
1	2	3	4
1	Прямые затраты на материалы	286720	6766592
2	Прямые затраты на труд с отчислениями на социальное страхование, всего и в т.ч. - основная и дополнительная з/плата производственных рабочих	16384	386662,400
3	Транспортные затраты	12451,84	293863,424
4	Прочие прямые и косвенные затраты, включая накладные расходы производственного назначения, в т.ч. - амортизация основных фондов и нематериальных активов производственного назначения	3932,16	92798,976
5	итого производственная себестоимость	61440	1449984
6	расходы периода	24576	579993,6
7	общие затраты	16384	386662,4
8	Прибыль	4096	96665,6
9	рентабельность в %;	376832	893235,2
10	Оптовой отпускная цена б/НДС	32768	773324,8
11	Договорная (свободная) оптовая (отпускная) цена с НДС	409600	666560

### 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 (ВИНИЛХЛОРИДА)

Таблице14

№	Наименование показателей	Ед-ца изм.	Показатели проекта
1.	Годовой выпуск продукции		23600
	а) в натуральном выражении	ед. натур.	12508000
	б) стоимость товарной продукции	изм.т.сум	
2.	Себестоимость ед.продукции	сум/ед	376832
3.	Себестоимость годового выпуска продукции	тыс.сум	8893235,2

4.	Оптово-отпускная цена единицы продукции без НДС	сум/ед	636000
5.	Необходимая прибыль	тыс.сум	2841440
6.	Рентабельность продукции	%	29
7.	З/плата рабочего за месяц	сум	980000
8.	З/плата цехового персонала за месяц	сум	720000

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 формальдегида окислительно-дегидрированием метанола при сравнительно низких температурных режимах. Выбрана технология производства формальдегида, определены оптимальные условия и параметры процесса.

Изучена зависимость выхода формальдегида 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 отчистки.

## 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 б.
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. Кудратов О., Ганиев Г. Фавкулотда вазиятларда фукаро муҳофазаси. Т. 2005
10. Аҳолини ва худудларни фавкулотда вазиятларда муҳофаза қилишнинг ҳуқуқий асослари. Меъёрий ҳужжатлар рўйхати. 2004
11. Л.И. Никитин, А.С. Щербаков. Охрана труда в лесном хозяйстве, лесной и деревообрабатывающей промышленности. М. 1990.
12. Д.Г. Сефедя, В.И. Дашевский. Охрана труда в пищевой промышленности. М 1983.
13. Ергашев А. Экология, Т.2005.

14. Касимова С., Шокирова Ш. Атроф-мухит муҳофазаси, Т.: 2005.
15. Семчиков Ю.Д. Высокомолекулярные соединения: учебник для ВУЗов/ Ю.Д. Семчиков. – М.: Академия, 2003. – 368 с.
16. Энциклопедия полимеров: энциклопедия. В 3 т. Т. 1. А-К. – М.: Советская энциклопедия, 1972. -1224 с.
17. [Переработка метанола - antikor.org.ua](http://antikor.org.ua)  
Главная Главная Главная аггов Услуги аггов. Метанол 24.05.2009 г.  
**<http://antikor.org.ua/novyie-stati/ingibitoryi-korrozii.html>**
18. Производства формальдегида: органические, летучие ингибиторы солеотложения и др.  
**<http://www.formalin.ru/ingib.php>**