

**Discipline: PROCESS: Chlorinated Polyvinyl Chloride (CPVC):**

**Name: Sign.**

**Date: 12.02.2018**



**Исходный технологический проект (DBS) на процесс производства хлорированного поливинилхлорида. Design Basic Study for the process of production Chlorinated Polyvinyl Chloride (CPVC)**



## **Содержание**

1. Хлорированный поливинилхлорид. Лицензирование и патентование. BFD схемы процесса
2. Материальный баланс, PFD схемы. Описание технологического процесса
3. Рабочие условия и требования по эксплуатации для технологических процессов получения хлорированного поливинилхлорида. PFD схема процесса
4. Технические условия на сырье и продукцию
5. Операционные затраты на процессы получения хлорированного поливинилхлорида
6. Перечень оборудования
7. Капитальные затраты на строительство установки получения хлорированного поливинилхлорида (только в границах установки)
8. Заключение и выводы

## **Приложения**

Приложение 1. Техническое задание Заказчика.

Приложение 2. Опросной лист на энергоресурсы площадки строительства.

Приложение 3. PFD схема процесса получения хлорированного поливинилхлорида.

Приложение 4. Компоновка установки по производству хлорированного поливинилхлорида включая объекты ОЗХ.

Приложение 5. Упрощенный расчет срока окупаемости установки получения хлорированного поливинилхлорида.

## 1. Хлорированный поливинилхлорид. Лицензирование и патентование. BFD схемы процесса

Процесс хлорирования поливинилхлорида давно и хорошо известен, т.к впервые был коммерциализирован в Европе компанией Noveon в начале 1960-х годов. В СССР первые производства хлорированного поливинилхлорида (ХПВХ) вступили в строй в середине 50-х годов на основе собственных проектов. Не существует общей практики по лицензированию этого процесса и, как правило, инжиниринговая компания включает в цену базового проекта свое понимание интеллектуальной собственности, но без термина «лицензия или лицензирование». Это не относится к компаундированию ХПВХ, так как качественное и количественное соотношение компаундов ни когда не афишируется и является предметом продаж, как рецептуры.

Исходный технологический проект (DBS) по производству ХПВХ имеет в своей основе российскую технологию дополненную и улучшенную опытом производств Ирака, Ирана, Индонезии, которые не являются элементами «ноу-хау» и таким образом, это не может давать повода для претензий третьих сторон, например, импортеров ХПВХ в РФ. Запрос на разработку исходного технологического проекта поступил после того, как Заказчиком было изучено предложение на приобретение комплектного оборудования ХПВХ вторичного рынка [http://giproiv.ru/pdf/11\\_chlorinate\\_pvc\\_process\\_technology.pdf](http://giproiv.ru/pdf/11_chlorinate_pvc_process_technology.pdf)

Существуют два принципиально различных способа хлорирования ПВХ:

- в солянокислой водной суспензии
- в растворителях на основе хлорированных углеводородов

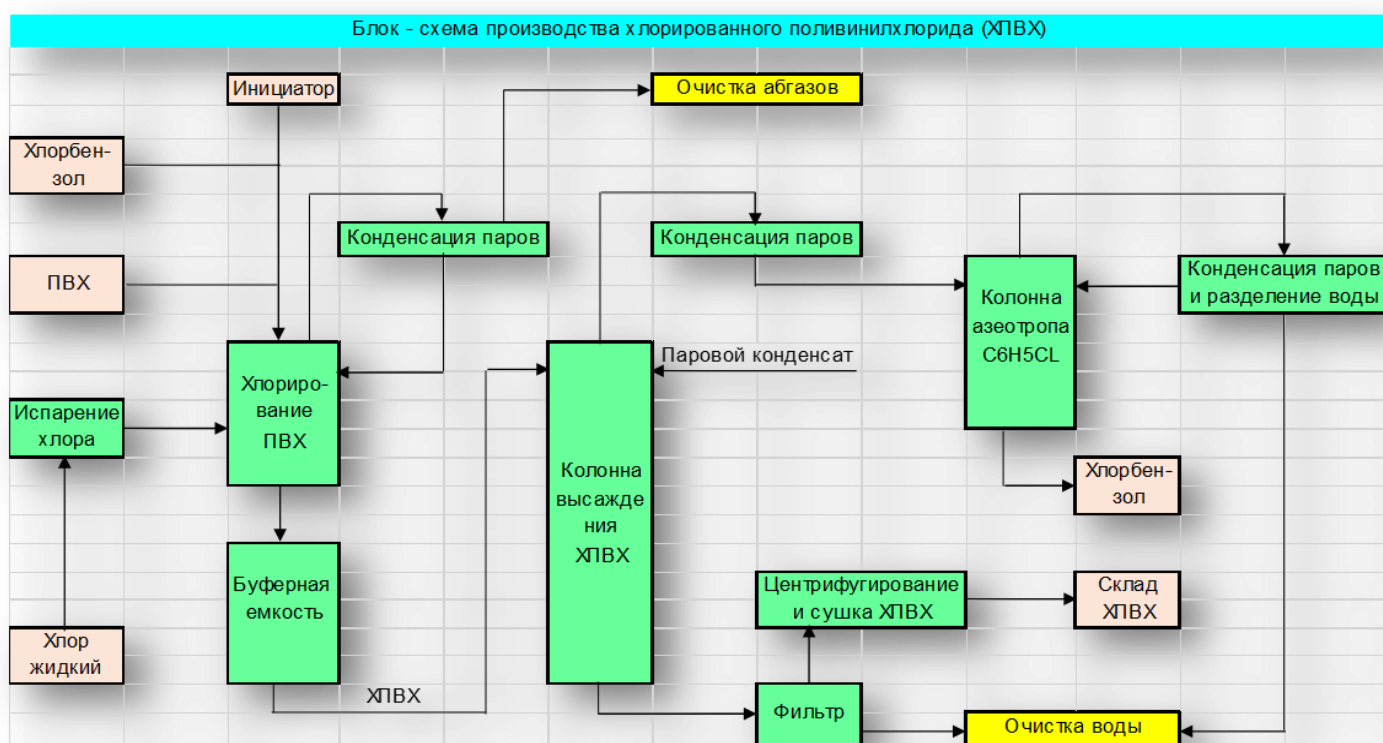
Как правило, в водной солянокислой суспензии хлорируют низкомолекулярный ПВХ, полученный ХПВХ представляет собой белый порошок, содержащий 64 – 66% хлора, используют его в виде растворов (10 – 35%) в ацетоне, бутилацетате и бензоле в лакокрасочной промышленности и для изготовления искусственного волокна.

Высокая стойкость к тепловому старению и термостабильность характерны для ХПВХ полученного с применением хлорбензола. Хлорирование проводят испаренным хлором, инициаторами реакции могут являться: перекиси, нитрилы, хлориды металлов и неметаллов переменной валентности ( $TiCl_4$ ,  $SbCl_5$ ,  $PCl_3$ ), видимый свет, УФ и гамма-излучение. Содержание хлора в полученном полимере составляет 66,6%.

При использовании в качестве инициатора УФ и особенно гамма – излучения получаемый ХПВХ не менее чем на 80% состоит из блоков 1,2 – дихлорэтилена с правильно чередующимися группами, трехмерные «сшитые» структуры практически отсутствуют, что позволяет получать продукт с более высокой теплостойкостью и температурой размягчения, чем при использовании химических инициаторов.

Волоконный ХПВХ получают хлорированием ПВХ в растворе тетрахлорэтилена (существуют технологии и с перхлорэтиленом) без добавок инициаторов. Осаждение и промывка ХПВХ производится метанолом полученный полимер, в результате 7 – 8 кратной промывки имеет снежнобелый цвет и используется для выпуска синтетического волокна – хлорин.

Заказчика удовлетворяло качество ХПВХ получаемого в хлорбензоле с использованием перекисных инициаторов. На **Схеме 1** показана блок – диаграмма процесса с выделением основных блоков:



В случае принятия Заказчиком материалов DBS, следующим этапом является базовый проект выполняемый в следующем объеме:

- 1 Технологическое Проектирование
  - 1.1 Введение
  - 1.2. Основы Проектирования
    - 1.2.1 Мощность Установки
    - 1.2.2 Схема (BFD) Процесса
    - 1.2.3 Характеристики Сырья
    - 1.2.4 Характеристики Продуктов
    - 1.2.5 Определения Границ Установки и Условия проектирования
    - 1.2.6 Философия Проектирования
    - 1.2.7 Энергоресурсы и Информации для проектирования Факела

- 1.2.8 Метеорологические данные
- 1.2.9 Стандарты, Нормы
- 1.3 Данные о Проектировании Процесса
  - 1.3.1 Описание Процесса
  - 1.3.2 Технологические Поточные Схемы
  - 1.3.3 Материальный Баланс
  - 1.3.4 Энергоресурсы
  - 1.3.5 Качество Продуктов
  - 1.3.6 Химикаты и Катализаторы
  - 1.3.7 Отходы производства
- 2. Технологические Опросные Листы Оборудования
  - 2.1. Перечень Оборудования
  - 2.2. Реакторы и Колонны
  - 2.3. Емкости
  - 2.4. Теплообменники
  - 2.5. Насосы и Компрессоры
  - 2.6. Прочие
- 3. Измерительные Приборы
  - 3.1 Философия Управления
  - 3.2 Описание Блокировок и Сигнализаций. Схема срабатывания ПАЗ
  - 3.3 Опросные Листы Измерительных Приборов
  - 3.4 Спецификации ППК
- 4. Чертежи
  - 4.1 Схемы (PFD) Технологических Поточков и Материальный Баланс
  - 4.2 Диаграммы Материалов Изготовления
  - 4.3 Диаграммы – Расчетное Давление и Расчетная Температура
  - 4.4 Схемы (P&D) Трубопроводов и КИП
  - 4.5 Предварительный План и разрезы Расположения Оборудования
- 5. Заметки Проектирования
  - 5.1 Общие Требования к Проектированию
  - 5.2 Специфические Требования к Проектированию и Рекомендации
- 6. Руководство по Эксплуатации

После получения пакета базового инжиниринга созданного, как реплика, Заказчик имеет полное право провести собственное патентование, а при желании и лицензирова-

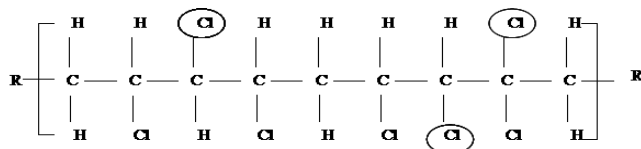
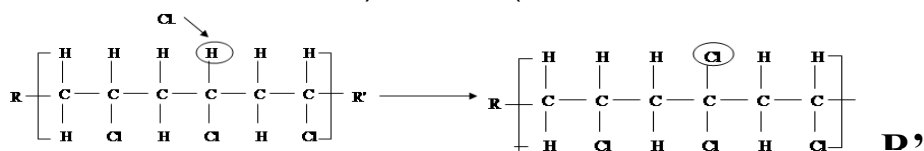
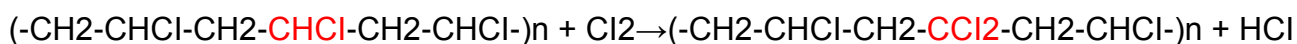
ние процесса. Существенным аргументом для этого может являться тот факт, что в СССР существовали собственные технологии производства ХПВХ.

## 2. Материальный баланс, PFD схемы. Описание технологического процесса

Технологическая установка для производства ХПВХ состоит из четырех параллельно работающих реакторов хлорирования. Суммарная мощность 2000 т/год в процессе периодического действия, что является общей практикой в производстве ХПВХ, в том числе и для мощностей значительно больших чем требуется Заказчику.

Комплект PFD схем процесса представлен в **Приложении 3**.

Реакция хлорирования ПВХ с получением ХПВХ может быть представлена следующим образом. Идеальной является структура состоящая не менее чем на 80% из блоков 1,2 – дихлорэтилена с правильно чередующимися группами, а трехмерные «сшитые» структуры должны отсутствовать



В **Таблице 1** представлен материальный баланс процессов производства ХПВХ. Баланс составлен на максимальную производительность линий 2\*1000 т/год. Исходя из потребностей рынка, которые были предоставлены Заказчиком.

Таблица 1

Материальный баланс полной загрузки линии на выпуск ХПВХ			
Сырье	т/год	кг/ч	%
Хлор испаренный	1,158.65	144.83	44.64%
Поливинилхлорид суспензионный	1,437.00	179.62	55.36%
<b>ИТОГО сырье</b>	<b>2,595.64</b>	<b>324.46</b>	<b>100.00%</b>
Продукция			
Хлорированный поливинилхлорид	2,000.00	250.00	77.05%
Абгазная соляная кислота	595.64	74.46	22.95%
<b>ИТОГО продукция</b>	<b>2,595.64</b>	<b>324.46</b>	<b>100.00%</b>

Поставка сырья и реагентов: ПВХ, жидкого хлора, сухого едкого натра, хлорбензола инициатора реакции производится со стороны, показатели качества приведены в **Главе 4**, расчет объемов и типа хранения на данной стадии не производится.

Установка ХПВХ состоит из следующих технологических стадий и блоков:

1. Хранение и приемка сырья, химикатов и реагентов

- хранение поливинилхлорида
- хранение жидкого хлора
- хранение свежего и рециклового хлорбензола
- хранение инициатора реакции хлорирования
- хранение реагентов очистки абгазов
- хранение реагентов очистки воды

2. Хранение готовой продукции

- хранение ХПВХ
- хранение абгазной соляной кислоты

3. Технология

- испаритель жидкого хлора
- реактор (реактора) хлорирования ПВХ суспензионного с буферной емкостью продуктов реакции и узлом конденсации паров
  - колонна высаждения ХПВХ из хлорбензольного раствора с узлом конденсации азеотропа хлорбензола
  - фильтрация, центрифугирование и сушка ХПВХ
  - регенерация хлорбензола азеотропной осушкой с узлом выделения воды по разделу фаз

4. Общезаводское хозяйство

- вода обратная
- вода деминерализованная
- пар водяной из сети и сбор парового конденсата
- очистка сточных вод осаждения ХПВХ и азеотропной осушки хлорбензола
- очистка абгазов процесса хлорирования
- компримирование воздуха технического, осушка воздуха КиП
- производство азота короткоциклового адсорбцией на молекулярных ситах

**Приемка сырья и реагентов.**

ПВХ доставляется в биг-бэгах весом по 1 т на склад хранения, либо непосредственно к месту загрузки в расходный силос. Поставка ПВХ в 20 и 40 футовых контейнерах

или полимеровозах с использованием опрокидывателей и пневмотранспорта исключается. Хранение ПВХ в расходных силосах регламентируется правилами.

Жидкий хлор поставляется в танк – контейнерах, которые могут являться и временным хранилищем, если они устанавливаются на специально оборудованной площадке. Подача в процесс хлора производится путем его испарения за счет подачи парового конденсата с температурой 50 – 60°C в рубашку испарителя. Газообразный хлор, полученный испарением жидкого хлора с давлением до 0.7 бар подается через регулирующий клапан в реактор хлорирования ПВХ. При завышении давления в испарителе открытии предохранительного клапана или разрыве мембраны сброс хлора из хлорного буфера производится в щелочную ловушку заполненную 10-12% раствором каустической соды.

Хлористый бензол (ХБ) поставляется в танк – контейнерах, которые могут являться и временным хранилищем, если они устанавливаются на специально оборудованной площадке. ХБ из танк – контейнеров перекачивается в одну из двух емкостей хранения, подключаться к насосу может как один контейнер, так и несколько контейнеров. В емкости хранения подается и рецикловый ХБ от колонны азеотропной осушки.

Сухой едкий натр поставляется в мешках по 25 или 40 кг на паллетах на склад хранения. Приготовление водного раствора (паровой конденсат или деминерализованная вода) едкого натра для санитарной колонны, нейтрализации кислых стоков и снижения кислотности в «горячем и холодном» контурах циркуляции колонны высаждения производится непосредственно на установке, в емкости объемом не менее 10 м<sup>3</sup>, для обеспечения аварийного запаса.

Сухой порошок инициатора – порофора ЧХЗ – 21,57 поставляется в многослойных бумажных мешках весом до 25 кг или в картонных коробках весом 10 – 12 кг. При хранении порофора необходимо руководствоваться специальными правилами безопасности. Приготовление ХБ раствора инициатора производится в дозаторе объемом 1.5 м<sup>3</sup>, куда центробежным насосом закачивается 1 м<sup>3</sup> ХБ (или 1.11066 т при плотности ХБ 1106,6 кг/м<sup>3</sup>) из расходной емкости или из танк – контейнера **и вручную** загружается инициатор массой 3.0 кг при температуре хлорбензола в емкости **не выше 30°C**. Концентрация инициатора в ХБ при такой загрузке составляет 0.27% масс. Рекомендуется на каждый реактор хлорирования иметь собственную дозировочную емкость раствора инициатора в ХБ. Дозаторы оборудованы мешалками, полное растворение порофора достигается в течении одного часа.

Дихлорамин поставляется на склад в таре поставщика. При хранении дихлорамина необходимо руководствоваться специальными правилами безопасности. Дозирование в качестве отбеливателя производится после растворения в хлорбензоле.



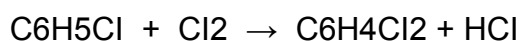
**Загрузка ПВХ, ХБ, инициатора.** Хлорирование проводится в реакторах, по одному на каждой линии, которые представляют собой эмалированные аппараты с вместимостью  $////////$  м<sup>3</sup>, имеющие внутренний змеевик для теплоносителя. Реактора оборудованы мешалкой с вариатором позволяющим изменять число оборотов, оптимальным является вращение 50-70 об/мин. Процесс хлорирования ведется на четырех реакторах одновременно, но для удобства эксплуатации цикл работы каждого из реакторов сдвинут на один час относительно предыдущего.

Перед загрузкой ПВХ реактор продувается азотом и заполняются ХБ из емкостей хранения через расходомеры в количестве  $////////$  кг. После заполнения реактора хлорирования ХБ предусмотрены следующие операции:

- давление в реакторе поддерживается созданием азотной подушки
- во внутренний змеевик реактора подается теплоноситель и дается задание на клапан регулятор для поддержания соответствующих температур в реакторах.
- включается мешалка с контролем величины нагрузки на двигателе, если перемешиваемая масса имеет очень высокую вязкость, то число оборотов снижается, а также снижается скорость подачи ПВХ

При температуре хлорбензола не выше 45°C через верхний люк загружается ПВХ из расходных силосов через дисковые дозаторы сыпучих продуктов по балансу процесса на одну операцию в количествах  $////////$  кг. При загрузке контроль температуры в реакторе обязателен, поэтому в период пусконаладочных работ скорость подачи от дисковых дозаторов тщательно регулируется.

**Хлорирование ПВХ.** Начало хлорирования ПВХ производится при температуре реакционной массы 35-45°C. Расход хлора при температуре реакционной массы 35 – 80°C составляет  $////$  м<sup>3</sup>/ч, при температуре выше 80°C расход хлора увеличивается до  $////$  м<sup>3</sup>/ч. Одновременно с подачей хлора в реактор подается инициатор от дозирующего насоса с расходом  $////$  дм<sup>3</sup>/ч. Температура реакционной массы в хлораторе повышается, как за счет подачи теплоносителя, так и за счет тепла процесса и не должна превышать 115°C во избежании деструкции полимера и увеличения скорости хлорирования хлорбензола. В рубашке обогрева предусмотрено переключение с подогревающего агента на охлаждающий, но как правило, при хорошей отладке PID регуляторов они отработывают на заблаговременное отсечение горячего теплоносителя и подача охлаждающего агента не требуется. В процессе хлорирования вязкость реакционной массы увеличивается, что требует тщательного контроля по числу оборотов в зависимости от тока на электродвигателе. Одновременно с основной реакцией хлорирования ПВХ идет побочная реакция хлорирование хлорбензола до дихлорбензола



Образующийся в процессе хлорирования абгазы направляются на узел очистки абгазов с блоком получения абгазной соляной кислоты.. Процесс хлорирования может длиться до 10 – 12 часов при температуре 108 – 110°C и давлении 0.25 – 0.45 бар.

Отбор проб при производстве ХПВХ производится по графику, который составляется на основании собственных особенностей процесса, первую пробу из хлоратора отбирают при температуре 80 – 100°C, а последующие через 20 – 40 минут, в зависимости от градиента подъема температуры реакции, вязкости продукта, скорости растворения в ацетоне. Хлорирование считается законченным, если высажденная проба ПСХ из хлорбензольного раствора растворяется в ацетоне за 1,5 – 2,0 минуты.

По окончании хлорирования прекращается: обогрев хлоратора, подача в него хлора и инициатора. Реакционная масса при температуре 80 – 100°C интенсивно продувается азотом, как правило, температура азота подаваемого на продувку поддерживается в пределах 50 – 80°C, продувка ведется на узел очистки абгазов. Реакционная масса из реактора хлорирования сливается в буферную емкость через фильтр. Температура в буферной емкости поддерживается подачей теплоносителя в наружный змеевик, емкость работает под азотной подушкой с дыханием на узел очистки абгазов. Буферная емкость является общей для всех реакторов хлорирования.

При повышенных требованиях к качеству ХПВХ по цветности, используют отбеливатель – дихлорамин. Существует несколько способов по его применению:

- добавка в реактор хлорирования на завершающей стадии процесса не посредственно перед началом интенсивной продувкой азотом
- добавка в буферную емкость постоянным дозированием, но в этом случае в емкости должна быть организована циркуляция, что легко осуществимо от насоса на подаче ХПВХ в колонну высаждения

**Высаждение ХПВХ из хлорбензольного раствора.** Хлорбензольный раствор смолы из буферной емкости подается на форсунки в верху колонны высаждения плунжерными насосами на эти же форсунки подается и водяной пар для распыления смолы в циркулирующий паровой конденсат с температурой 94 – 98°C, которым заполнена колонна. Циркуляция парового конденсата осуществляется расходом до 100 м<sup>3</sup>/час сверху вниз, расположение штуцера ввода конденсата рассчитывается на стадии базового инжиниринга, таким образом, что бы на верху колонны оставался достаточный свободный объем для паровой фазы азеотропа (71,6% ХБ + 28,4% H<sub>2</sub>O).

ХПВХ в виде пористых комков транспортируется в нижнюю часть колонны и отделяется на сетчатом барабанном фильтре, который вращается со скоростью 1 – 4 об/мин

от парового конденсата, который возвращается циркуляционным насосом на верх колонны высаждения в контур «горячей» циркуляции. Отжатый на барабанном фильтре ХПВХ закаляется холодной деминерализованной водой или паровым конденсатом, срезается ножом и уносится потоком на сетчатый фильтр, холодная деминерализованная вода или паровой конденсат отделяются от смолы и возвращаются в контур «холодной» циркуляции. Смола проходит дробилку и подается на центрифугу для отделения остатков влаги и после этого подается на сушку горячим (около 100°C) воздухом в кипящем слое. Остаток летучих в товарной смоле не должен превышать 0.5 – 0.8% масс, при достижении данного показателя смола отправляется на мельницу и далее на упаковку.

Для четырех реакторов хлорирования достаточно одной колонны высаждения, так как подача смолы производится равномерно из буферной емкости именно для этого и предусматривается сдвиг в один час в технологических циклах между реакторами хлорирования. Циркуляционная вода «горячего» контура колонны высаждения постоянно анализируется поточными рН-метром и солемером. При росте кислотности в поток подается раствор едкого натра, а при завышении концентрации солей часть воды из циркуляционного контура сбрасывается в ХЗК и заменяется свежей деминерализованной водой или паровым конденсатом. Аналогичный контроль качества проводится и по «холодному» контуру циркуляции колонны высаждения.

Пары азеотропа хлорбензола с верха колонны высаждения конденсируются на одном из параллельно работающих кожухотрубчатых теплообменников и конденсат сливается в промежуточную емкость и далее подается насосом на колонну азеотропной осушки ХБ. Хлорбензол образует две азеотропные смеси двойную смесь хлорбензол – вода (71,6% вес. хлорбензола и 28,4% воды), кипящую при 90,2°C, и тройную смесь хлорбензол – хлористый водород – вода с температурой кипения 96,9°C, но учитывая, что кислотность в контуре «горячей» циркуляции поддерживается близкой к нейтральной, то роль тройного азеотропа сведена к минимуму и не учитывается в расчете колонны азеотропной осушки.

Колонна азеотропной осушки хлорбензола работает при температуре верха  $////^{\circ}\text{C}$  и температуре куба  $////^{\circ}\text{C}$ . Давление куба составляет  $////$  бар, флегмовое число может достигать 10. Пары азеотропа с верха колонны конденсируются в кожухотрубчатом теплообменнике и стекают во флегмовую емкость имеющую достаточный объем для отстоя воды, которая по уровню в отстойнике выводится в ХЗК. Обезвоженный ХБ с куба колонны направляется на склад хранения с контролем качества, как на содержание воды и дихлорбензола.

**Очистка абгазов хлорирования ПВХ.** Количество абгазов образующихся на стадии хлорирования ПВХ определяется слаженной работой двух регуляторов:

- на подаче теплоносителя в змеевик реактора
- на линии абгазов чем собственно и поддерживается давление в реакторе хлорирования и буферной емкости

При правильно подобранных PID коэффициентах абгазы практически полностью состоят из хлороводорода и испаренного хлорбензола который конденсируются в системе теплообменников и стекает в сборник из которого по мере набора уровня подается в любой из работающих реакторов хлорирования. Образующийся в процессе хлорирования хлористый водород, непрореагированный хлор, не значительные количества азота вместе с парами хлорбензола поступают в конденсатор охлаждаемый оборотной водой, откуда сконденсированный хлорбензол возвращается в хлоратор, а абгазы состоящие в основном из хлороводорода подаются на насадочную колонну орошаемую паровым конденсатом или деминерализованной водой. Хлороводород хорошо растворим в воде и реагирует с образованием соляной кислоты, с концентрацией до 27%, не значительные количества хлора с верха насадочной колонны за счет разницы давлений поступают на санитарную колонну орошаемую 5 – 7% раствором едкого натра.

**Очистка сточных вод от хлорбензола** производится в отпарной колонне – скрубере работающем при температуре верха 95 – 98°C и температуре куба 100 – 105°C. Давление куба составляет 1.5 бар, флегмовое число может достигать 5. Пары азеотропа с верха колонны конденсируются в кожухотрубчатом теплообменнике и стекают во флегмовую емкость, часть азеотропа возвращается в качестве флегмы, а балансовые количества откачиваются в промежуточную емкость колонны азеотропной осушки. Отпаренная вода с куба колонны с концентрацией хлорбензола не более 5 мг/дм<sup>3</sup> сливается в ХЗК.

Сушка ХПВХ. Принципиальная схема сушки описана в разделе колонны высаживания, более детальное описание включает в себя // от куда смола расфасовывается в бумажные мешки при одновременном взвешивании на весах зашивается на зашивочной машине и складировается партиями в помещении холодного склада.

### **3. Рабочие условия и требования по эксплуатации для технологических процессов получения хлорированного поливинилхлорида. PFD схема процесса**

Описание технологического процесса составлено с использованием **Приложения 3** на основе имеющейся технической документации адаптированной к современным требованиям по качеству продукции, расходным нормам, требованиям безопасности.

////////////////////////////////////  
////////////////////////////////////

#### **4. Технические условия на сырье и продукцию**

В **Таблице 3** приведены показатели качества сырья и реагентов: хлора, ПВХ суспензионного, едкого натра, хлорбензола, порофора, а также готовой продукции: хлорированного поливинилхлорида с содержанием хлора не менее 66.5% и летучих не более 0.3%, азотной соляной кислоты с концентрацией 27%.

**Таблица 3**

////////////////////////////////////  
////////////////////////////////////

#### **5. Операционные затраты на процессы получения хлорированного поливинилхлорида**

В **Таблицах 4, 5 и 6** приведены расчеты операционных затрат на основе расходных норм по статьям: энергетика, реагенты, химикаты, катализаторы, а также зарплата и ремонты. Численность персонала принята в границах установок, т.е. до начальника установки (цеха) включительно, все виды ремонтных работ согласно ТЗ отнесены на аутсорсинг, за исключением линейного ремонтного персонала. Стоимость всех видов энергоресурсов, химикатов, реагентов и катализаторов, а также уровень заработной платы предоставлены Заказчиком применительно к месту строительства.

**Таблица 4**

////////////////////////////////////

**Таблица 5**

////////////////////////////////////

**Таблица 6**

////////////////////////////////////

#### **6. Перечень оборудования**

В **Таблице 7** приведен перечень основного технологического оборудования с параметрами позволяющими производить работу с изготовителями и получать предварительные технико – коммерческие предложения.

**Таблица 7.**

#### **7. Капитальные затраты на строительство установки получения хлорированного поливинилхлорида (только в границах установки)**

Расчет капитальных затрат, **Таблица 8** выполнен на основании стоимостной оценки, статического и динамического оборудования, предоставленной Заказчиком по резуль-

татам тендерных предложений. Использование комплекта PFD схем, данных по усредненной стоимости основного оборудования, позволяет достаточно детально оценить затраты на строительство, проектирование, монтаж оборудования, металлоконструкций, трубопроводов, электрики и КиП, приведены с точностью  $\pm 30\%$ . Затраты на проектирование в границах установки: базовый инжиниринг, стадии ПД и РД, генеральное проектирование приведены с точностью  $\pm 10\%$ .

Согласно Техническому заданию планируемая к строительству установка располагается в пределах крупного предприятия выпускающего: пленки, кабельные пластикаты, экструзионные и литые изделия. Подача электроэнергии, природного газа, воды свежей на промышленные нужды, воды питьевой, а также отведение сточных вод будет осуществляться по договорам. Все энергоресурсы будут поставляться и отводиться через коммерческие узлы учета. Но тем не менее, согласно Технического задания нами проведена оценка стоимости автономного ОЗХ (азот, воздух, градирни, пар водяной), которая составляет:

- вода обратная..... млн. евро
- вода деминерализованная..... млн. евро
- пар водяной из сети и сбор парового конденсата..... млн. евро
- компримирование воздуха технического, осушка воздуха КиП..... млн. евро
- производство азота КЦА на молекулярных ситах..... млн. евро

Затраты на подвод всех коммуникаций, а также на склады хранения в таблице не учитываются.

**Таблица 8.**

Наименование статей затрат	По секциям и блокам				
	Подготовка сырья	Хлорирование ПВХ	Азеотропная осушка	Очистка абгазов и сточных вод	Сушка и упаковка
Покупка основного оборудования					
Монтаж основного оборудования	//////	//////	//////	//////	//////
Системы управления, инструменты и КиП (материалы и монтаж)	//////	//////	//////	//////	//////
Трубопроводы (материалы и монтаж)	//////	//////	//////	//////	//////
Электрические системы (материалы и монтаж)	//////	//////	//////	//////	//////
Здания (включая надзор)	//////	//////	//////	//////	//////
Благоустройство, дороги, площадки	//////	//////	//////	//////	//////
<b>Итого основные расходы</b>	//////	//////	//////	//////	//////

Строительные сооружения, конструкции, эстакады	////	////	////	////	////
Инжиниринг (базовый, детальный, генеральный)	////	////	////	////	////
Управление строительством и юридические услуги	////	////	////	////	////
Не предвиденные расходы	////	////	////	////	////
<b>Итого косвенные расходы</b>	////	////	////	////	////
<b>Всего: основные и косвенные</b>					

### 8. Заключение и выводы

////////////////////////////////////