

«Engineering and Consulting PFA Alexander Gadetskiy»

**MASTER**

Discipline: PROCESS: Periodic process of acyl chlorides

Name: [Alexander.gadetskiy@inbox.lv](mailto:Alexander.gadetskiy@inbox.lv)

Sign.

Date: 29.06.2016

**Исходный технологический проект (DBS) на процесс производства: терефталоилхлорида, изофталоилхлорида. Design Basic Study for the process of production: terephthaloyl chloride, isophthaloyl chloride.**



## Содержание

1. Хлорангидриды терефталевой и изофталевой кислот. Лицензирование и патентование. BFD схемы процесса.....
2. Описание технологических процессов. Материальные балансы, и PFD схемы .....
3. Рабочие условия и требования по эксплуатации для технологических процессов получения терефталоилхлорида и изо-фталоилхлорида.....
4. Технические условия на сырье и продукцию .....
5. Операционные затраты на процессы получения хлорангидридов терефталевой и изофталевой кислот (только в границах установки) .....
6. Генеральный план, включая ОЗХ .....
7. Капитальные затраты на строительство установки получения хлорангидридов терефталевой и изофталевой кислот (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 схемы процессов получения терефталоилхлорида, изофталоилхлорида и ортофталоилхлорида.
- Приложение 4. Генеральный план, включая ОЗХ.
- Приложение 5. Упрощенный расчет срока окупаемости установки получения хлорангидридов терефталевой, изофталевой и ортофталевой кислоты.

## Сокращения

- ТФЛ – терефталоилхлорид
- ИФЛ – изофталоилхлорид
- ПЭТ – полиэтилентерефталат
- ТФК – терефталевая кислота
- ИФК – изофталевая кислота
- ДМФА – N,N-Диметилформаид
- МХБ – монохлорбензол
- НТМ – теплоноситель Therminol T 66

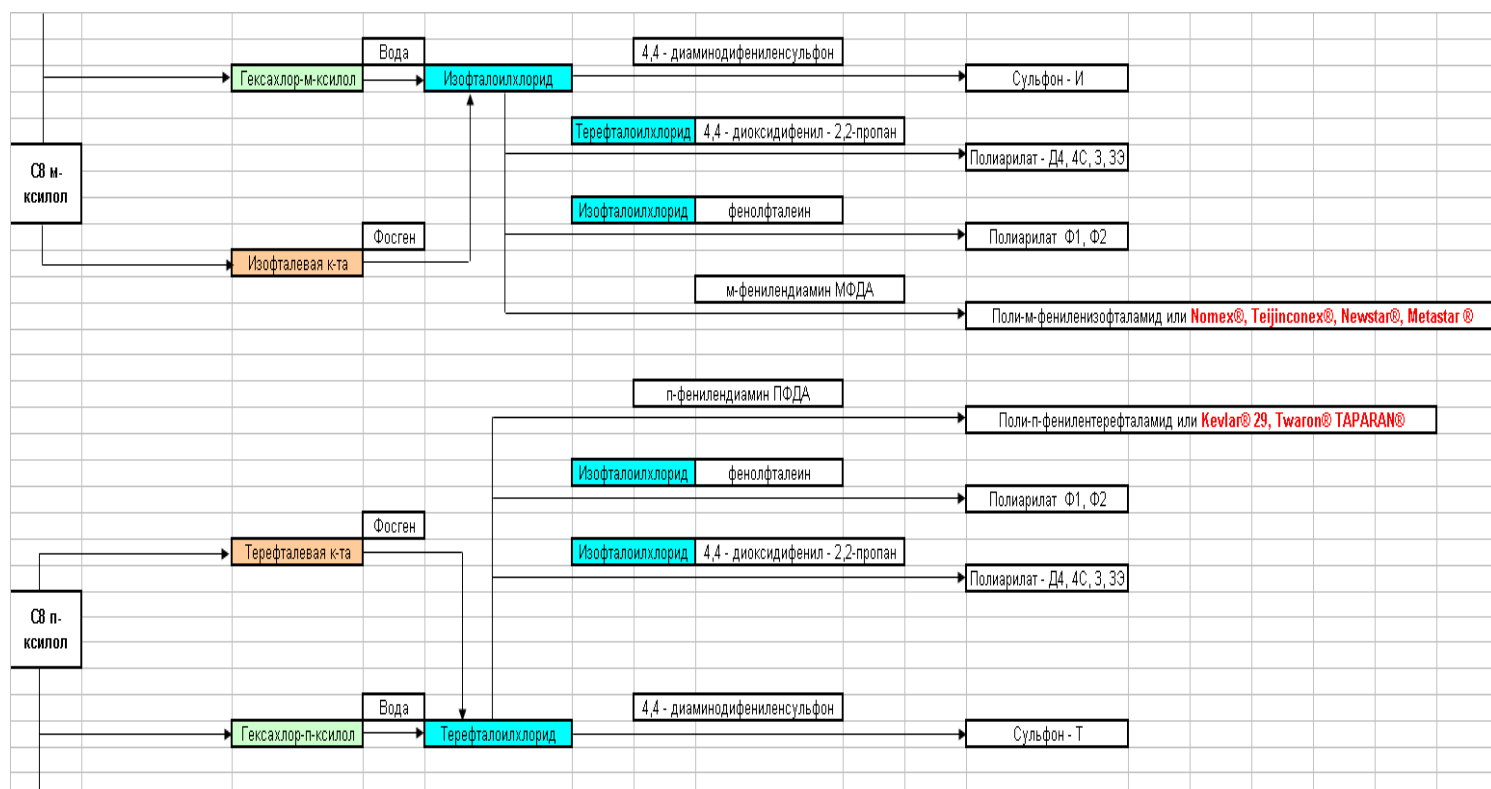
## 1. Хлорангидриды терефталевой и изофталевой кислот. Лицензирование и патентование. BFD схемы процесса.

Наиболее важные, в промышленном отношении, исследования по изучению процессов получения дихлорангидридов изомеров (тере, изо, орто) – фталевой кислоты были выполнены в 60-х годах XX века, а уже в 1971 г. была выпущена первая промышленная партия параароматического полиамида под торговой маркой «Кевлар» американской компанией «Дюпон».

К известным термо – и огнестойким синтетическим волокнам третьего поколения относятся: США – «Номекс», «Кевлар», а также модификации, Япония – «Конекс» и «Технора», а также модификации, Нидерланды – «Тварон», а также модификации, Россия – СВМ, «Армос», «Русар», «Арлана», а также модификации.

Терефталоилхлорид (ТФЛ), реже изофталоилхлорид (ИФЛ) и очень редко ортофталоилхлорид являются одной из сырьевых составляющих для производства арамидов, арилатов, а также сульфонов – Т или И, что и показано на **Схеме 1**, которая выполнена для двух принципиальных процессов синтеза ТФЛ и ИФЛ (Процесс 1 и 2А), а также использование в дальнейшей технологической цепи.

Схема 1.



Техническим заданием, Приложение 1, определялось только предоставление технологических данных, которые обеспечат получение ТФЛ и ИФЛ с показателями качест-

ва, требуемыми для производства соответствующего полимера и расходными показателями сопоставимыми с аналогичными процессами синтеза.

Для получения ТФЛ и ИФЛ существует несколько различных технологий:

Процесс 1. Гидролиз гексахлор- (пара или мета) ксилола водяным паром в присутствии хлорного железа, с получением соответствующего хлорангидрида. Непрерывный процесс был разработан компанией «Dynamit Nobel» в 1976 году, аналогичные процессы периодического действия предлагаются многими инжиниринговыми компаниями.

Процесс 2. Хлорирование (тере или изо) фталевой кислоты тионилхлоридом, трех или пятихлористым фосфором, оксихлоридом фосфора с получением соответствующего хлорангидрида.

Процесс 2А. Хлорирование (тере или изо) фталевой кислоты фосгеном (фосгенирование) с получением соответствующего хлорангидрида.

Иногда, что обуславливается технологической конфигурацией предприятия, для получения ТФЛ применяются и другие промышленные методы синтеза, например:

Процесс 3. Взаимодействие гексахлорпарахлоридом с отходами полиэтилентерефталата (ПЭТ), для каждого типа отходов подбираются определенные параметры технологического режима, наиболее приемлемыми являются отходы, состоящие из олигомеров ПЭТ.

Процесс 4. Хлорирование терефталевой кислоты (ТФК) совместно с отходами ПЭТ, доля ТФК определяется типом отходов ПЭТ и практически сводится к нулю при использовании отходов состоящих из олигомеров ПЭТ.

Недостатки или преимущества каждого из процессов приводятся:

- Процесс 1. Гидролиз гексахлор- (пара или мета) ксилола, существенным недостатком процесса является //////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////, а также значительный расход ////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////// и соответственно энергоресурсов, что отражается на операционных капитальных затратах. Широкому распространению способствует тот факт, что в процессе не используются сильнодействующие опасные вещества.

- Процесс 2. Хлорирование (тере или изо) фталевой кислоты тионилхлоридом, трех или пятихлористым фосфором, существенным недостатком этих процессов является //////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////, а также образование в качестве побочных продуктов не только легко выделяемой соляной кислоты (хлороводорода), но и сернистого ангидрида или фосфорных кислот в смеси с соляной кислотой.

- **Процесс 2А.** Хлорирование (тере или изо) фталевой кислоты фосгеном (фосгенирование), в качестве побочного продукта образуется только легко выделяемая соляная кислота (хлороводород), **не образуются тяжелые кубовые остатки, что свойственно про-**

цессам гидролиза, основной продукт не загрязнен соединениями серы и фосфора, но использование фосгена в некоторых странах категорически запрещается.

- Процессы 3 и 4, являются очень перспективными, в качестве побочного продукта образуется только легко выделяемая соляная кислота (хлороводород), не образуются тяжелые кубовые остатки, что свойственно процессам гидролиза, основной продукт не загрязнен соединениями серы и фосфора. В процессе не используется фосген. Существенным недостатком процесса является малые объемы отходов ПЭТ, а также наличие до 5% изофталевой кислоты в ПЭТ, что в ряде случаев не допускается по показателям качества ТФЛ.

Не существует общей практики по лицензированию процессов получения ТФЛ и ИФЛ, так как используемые методы хорошо известны не смотря на относительную новизну по применению и использованию данных продуктов. Как правило, инжиниринговая компания, которая предлагает на рынок эти процессы, включает в цену базового проекта свое понимание интеллектуальной собственности, но без термина «лицензия или лицензирование».

Российские производители ТФЛ используют для его получения Процесс 1 и его модификации. Исходный технологический проект (DBS) по производству ТФЛ и ИФЛ имеет в своей основе российскую технологию для Процесса 2А, проект которой был выполнен //////////////// . Установка успешно эксплуатировалась до 2005 года имея в своем составе несколько линий, в том числе и для выпуска лаурилхлорида, бензоилхлорида, а также и других хлорангидридов карбоновых кислот. В настоящем отчете отечественная технология дополнена и улучшена опытом импортных технологий, которые не являются элементами «ноу-хау» и таким образом, это не может давать повода для претензий от третьих сторон, например импортеров хлорангидридов карбоновых кислот в РФ.

Использование фосгена в технологических процессах не запрещается в РФ, как и во многих других странах. Общий мировой выпуск фосгена на технологические нужды составляет 4 млн. т/год, причем доля фосгена, который вырабатывается в режиме генерации исключительно на объем реактора фосгенирования, непрерывно возрастает. Правила безопасности при использовании фосгена в РФ базируются на общих правилах для хлорных производств. В «Едином тарифно-классификационном справочнике» имеется перечень профессий для химических производств, которые связаны с фосгеном.

## **2. Описание технологических процессов. Материальные балансы, и PFD схемы.**

Технологическая установка для производства ТФЛ, ИФЛ состоит из двух параллельно работающих линий, которые имеют мощность по 500 т/год каждая. Потребности в ИФЛ

значительно ниже, чем потребности в ТФЛ, поэтому большую часть времени работа установки ведется на выпуск ТФЛ по двум линиям. Комплект PFD схем представлен в **Приложении 3**.

Реакции фосгенирования для ТФЛ или ИФЛ абсолютно идентичны между собой.



В **Таблице 1 и 2** представлены материальные балансы процессов производства ТФЛ и ИФЛ соответственно. Балансы составлены на максимальную производительность линий 2\*500 т/год. Исходя из потребностей рынка, которые были предоставлены Заказчиком, выпуск продукции будет составлять 700 т/год ТФЛ и 300 т/год ИФЛ.

Таблица 1

<b>Материальный баланс полной загрузки линии на выпуск ТФЛ</b>			
<b>Сырье</b>	т/год	кг/ч	%
Кислота терефталевая	417.00	64.15	40.49%
Фосген	613.00	94.31	59.51%
<b>ИТОГО сырье</b>	<b>1,030.00</b>	<b>158.46</b>	<b>100.00%</b>
<b>Продукция</b>			
Терефталоилхлорид чешуированный, товарный	500.00	76.92	48.54%
Кубовые остатки ТФЛ	75.00	11.54	7.28%
Кислота соляная, товарная	205.00	31.54	19.90%
Эмиссии CO <sub>2</sub>	250.00	38.46	24.27%
<b>ИТОГО продукция</b>	<b>1,030.00</b>	<b>158.46</b>	<b>100.00%</b>
Метан на синтез фосгена	По данным поставщика генератора фосгена		
Хлор на синтез фосгена	442.59	68.09	

Таблица 2

<b>Материальный баланс полной загрузки линии на выпуск ИФЛ</b>			
<b>Сырье</b>	т/год	кг/ч	%
Кислота изофталевая	418.50	64.38	39.30%
Фосген	646.50	99.46	60.70%
<b>ИТОГО сырье</b>	<b>1,065.00</b>	<b>163.85</b>	<b>100.00%</b>
<b>Продукция</b>			
Терефталоилхлорид чешуированный, товарный	500.00	76.92	46.95%
Кубовые остатки ТФЛ	100.00	15.38	9.39%
Кислота соляная, товарная	210.00	32.31	19.72%
Эмиссии CO <sub>2</sub>	255.00	39.23	23.94%
<b>ИТОГО продукция</b>	<b>1,065.00</b>	<b>163.85</b>	<b>100.00%</b>
Метан на синтез фосгена	По данным поставщика генератора фосгена		
Хлор на синтез фосгена	466.77	71.81	

Поставка сырья и реагентов: ТФК, ИФК, хлора, сухого едкого натра и диметилформамида производится со стороны, показатели качества приведены в **Главе 5**, расчет объемов и типа хранения на данной стадии не производится.

Установка ТФЛ, ИФЛ состоит из следующих технологических стадий и блоков:

- приемка сырья и реагентов
- загрузка ТФК или ИФК, катализаторов, кубовых остатков
- блок генерация фосгена
- реакция фосгенирования и удаление абгазов
- дегазация и очистка терефталоида (изофталоида) – сырца
- обработка абгазов
- котельная теплоносителя Терминол – Т66
- очистка эмиссий и сбросов в санитарной колонне

Принимая во внимание не большую мощность установки, мы предлагаем к реализации процесс периодического действия, что является общей практикой в производстве хлорангидридов карбоновых кислот, в том числе, и для мощностей значительно больших, чем требуется Заказчику.

**Приемка сырья и реагентов.** Основное сырье, ТФК и ИФК доставляется в биг-бэгах весом по 1 т на склад хранения, либо непосредственно к месту загрузки в два расходные силоса для раздельного хранения. Хранение в расходных силосах осуществляется под азотом. Поставка ТФК и ИФК в 20 и 40 футовых контейнерах с использованием опрокидывателей и пневмотранспорта исключается.

Жидкий хлор поставляется в танк – контейнерах, которые могут являться и временным хранилищем, если они устанавливаются на специально оборудованной площадке. Подача в процесс на генераторы синтеза фосгена производится через испаритель за счет подачи парового конденсата в рубашку.

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 и нейтрализации кислых стоков производится непосредственно на установке, в емкости объемом не менее 10 м<sup>3</sup>, для обеспечения аварийного запаса.

N,N-Диметилформаид (ДМФА) катализатор процесса поставляется в 190 кг бочках.

Высокотемпературный теплоноситель Терминол – Т66 или его аналоги от разных поставщиков:

- Diphyl TNT (Bayer AG)
- Therminol-66 (MONSANTO)
- Therm-S 900 (NIPPON STEEL)
- Dowterm HT (DOW CHEMICAL)
- Thermex (ISI)

поставляется в 200 л бочках, мы предполагаем, что максимально возможный объем заполнения системы не превысит 4 тонн.

**Загрузка ТФК или ИФК, катализаторов, кубовых остатков.** Фосгенирование 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 могут быть оборудованы: мешалкой, барботажем фосгена, циркуляцией реакционной массы от насоса, либо комбинацией нескольких способов. Выбор того или иного метода повышения степени конверсии производится исполнителем базового проекта по согласованию с изготовителями оборудования. Процесс фосгенирования может вестись на двух линиях одновременно с использованием только ТФК, либо в режиме работы каждой линии на различном сырье. Как и предусмотрено Техническим заданием, в пределах рабочей площади предусмотрено место еще для двух линий фосгенирования – бензойной кислоты с получением бензоилхлорида и лауриловой кислоты с получением лаурилхлорида. На обложке отчета показана монтируемая установка в Китае для производства хлорангидридов карбоновых кислот на двух линиях, производительность которых сопоставима с желаниями Заказчика.

**Внимание!** Процесс фосгенирования ТФЛ, ИФЛ может проводиться, как в расплаве хлорангидридов этих кислот, так и в растворителе, например, в хлорбензоле. Мы располагаем и той и другой технологией, но руководствуясь Техническим заданием, все исходные данные будут предоставлены только для фосгенирования в расплаве хлорангидридов этих кислот.

Перед загрузкой ТФК или ИФК реактора заполняются расплавом хлорангидрида – сырца, ТФЛ или ИФЛ в количестве ////////////// кг, но не более 40 – 50% уровня. Одновременно с подачей расплава предусмотрены следующие операции:

- открывается подача азота минимальным расходом со сдувкой на свечу
- включается мешалка с контролем величины нагрузки на двигателе, если перемешиваемая масса имеет очень высокую вязкость, то число оборотов снижается, а также снижается скорость подачи ТФК или ИФК
- во внутренний змеевик реактора подается теплоноситель и дается задание на клапан регулятор для поддержания соответствующих температур в реакторах.

Расплавы соответствующих хлорангидридов хранятся в обогреваемых емкостях, объем которых соответствует загрузке на одну операцию, после проведения синтеза и дегазации реакционной массы, емкость заполняется новой порцией хлорангидрида – сырца. Температура в реакторе синтеза ТФЛ, во время загрузки ТФК составляет 85 – 95°С, а в реакторе синтеза ИФЛ, во время загрузки ИФК составляет 45 – 55°С.



Загрузка ТФК или ИФК из расходных силосов производится через дисковые дозаторы сыпучих продуктов по балансу процесса на одну операцию в количествах // или // кг, соответственно. При загрузке контроль температуры в реакторе обязателен, поэтому в период пусконаладочных работ скорость подачи от дисковых дозаторов тщательно регулируется. После выполнения загрузки закрывается заслонка и разворачивается быстросъемная заглушка на участке трубопровода между дозатором и реактором.

Загрузка ДМФА производится непосредственно из транспортной тары насосом – дозатором и составляет // кг на операцию, как для синтеза ТФЛ, так и ИФЛ.

Кубовые остатки, которые образуются на стадии очистки ТФЛ или ИФЛ при положительном заключении лаборатории могут использоваться, как добавка к сырьевым компонентам. Форма загрузки определяется на стадии проектирования.

После окончания загрузки ТФК или ИФК, а также катализатора и кубовых остатков температура в реакторе синтеза ТФЛ должна быть не менее 90°C, а в реакторе синтеза ИФЛ не менее 50°C.

Перед подачей фосгена в реактора синтеза выполняются следующие операции:

- подача азота в реактор закрывается, на линии сдувок на свечу закрывается запорная арматура и разворачивается быстросъемная заглушка
- на пульте управления проверяется срабатывание датчиков – анализаторов фосгена в рабочей зоне
- с пульта управления открывается отсекающий клапан на линии абгазов в адсорбер, и одновременно устанавливается задание и переводится в автоматический режим работы клапан, регулирующий давление в реакторе синтеза.

**Генерация фосгена.** Генератор фосгена работает полностью в автоматическом режиме, как в отношении конверсии газа метана до окиси углерода, так и по испарению жидкого хлора. Синтез фосгена осуществляется смешиванием испаренного хлора и окиси углерода, который получают при риформинге метана, далее реакционная смесь пропускается через слой угля и по трубопроводам с двойными стенками и постоянным вакуумированием межтрубного пространства, подается в зону реакции. Количество получаемого в генераторе фосгена определяется стехиометрий процесса и задается в системе DCS через вычислитель, с вводом исходных параметров: количество загружаемого сырья ТФК или ИФК, параметры процесса (температура и давление в реакторе синтеза) и время реакции.

Хранение фосгена исключено из технологической схемы, подача фосгена в реактор фосгенирования производится от генераторов фосгена по трубопроводам с двойными стенками, длина этих трубопроводов минимально возможная. Подобная схема производ-

ства и подачи фосгена в процесс, а также наличие большого количества датчиков загазованности, исключает риск аварий даже не большого масштаба.

Мы рекомендуем на основе собственного опыта и практики использовать генераторы фосгена от следующих производителей: //////////////////////////////////////////////////////////////////

**Реакция фосгенирования и удаление абгазов.** Содержимое реакторов для синтеза ТФЛ перед началом фосгенирования нагревают до температуры //////////////////////////////////////////////////////////////////°С, а для синтеза ИФЛ до //////////////////////////////////////////////////////////////////°С. После подачи фосгена в течение всего процесса температура в реакторах поддерживается в пределах //////////////////////////////////////////////////////////////////°С для синтеза ТФЛ и //////////////////////////////////////////////////////////////////°С для синтеза ИФЛ, с помощью регулирующих клапанов установленных на подаче теплоносителя во внутренние змеевики реакторов. Давление в реакторах после подачи фосгена в течение всего процесса поддерживается в пределах ////////////////////////////////////////////////////////////////// бар для синтеза ТФЛ и ////////////////////////////////////////////////////////////////// бар для синтеза ИФЛ, с помощью регулирующих клапанов установленных на линиях абгазов. Общая масса генерируемого фосгена на операцию составляет ////////////////////////////////////////////////////////////////// кг, продолжительность фосгенирования не превышает ////////////////////////////////////////////////////////////////// часов. Фосгенирование заканчивается при отсутствии в пробе терефталойлхлорида – сырца взвеси терефталевой кислоты, аналогично и в отношении изофталевой.

**Дегазация и очистка терефталоида (изофталоида) – сырца** включает в себя:

- секции дегазации реакционной массы ТФЛ – сырца и параллельной секции дегазации реакционной массы ИФЛ – сырца

- секции очистки ТФЛ – сырца и параллельной секции очистки ИФЛ – сырца

**Секция дегазации реакционной массы.** Реакционная масса терефталоида – сырца после фосгенирования подается через теплообменник – рекуператор на секцию дегазации, которая состоит из насадочной колонны куб которого обогревается высокотемпературным теплоносителем Терминол – Т66 или его аналогом. Температура в кубе насадочной колонны для очистки ТФЛ – сырца //////////////////////////////////////////////////////////////////°С, температуре верха //////////////////////////////////////////////////////////////////°С, давление в кубе ////////////////////////////////////////////////////////////////// бар. Давление в насадочной колонне регулируется клапаном – регулятором, который установлен на линии абгазов с верха колонны. Абгазы после десорбера, как и после реактора фосгенирования состоят из хлороводорода и не прореагировавшего фосгена, но доля абгазов относительно реакционной массы значительно меньше, чем после зоны реакции.

Схема для дегазации ИФЛ – сырца идентична схеме дегазации ТФЛ – сырца, но параметры работы существенно различаются. Температуре в куба колонны для очистки ТФЛ – сырца //////////////////////////////////////////////////////////////////°С, температуре верха //////////////////////////////////////////////////////////////////°С, давление в кубе ////////////////////////////////////////////////////////////////// бар.

**Секция очистки и чешуирования (гранулирования).** Реакционная масса ТФЛ – сырца после насадочной колонны, которая исполняет роль дегазатора подается на блок

очистки, состоящий из отпарной колонны – стриппера, работающего под вакуумом. Куб колонны обогревается высокотемпературным теплоносителем Терминол – Т66 или его аналогом. Температура в кубе колонны для очистки ТФЛ – сырца //////////////°С, температуре верха //////////////°С, вакуумметрического давления не менее минус ////////////// бар.

Вакуумметрическое давление в системе создается вакуум-насосом, которые работают независимо для каждой секции очистки. Абгазы с верха стриппера очистки ТФЛ поступают на «горячий» сепаратор и далее на «вымораживатель» представляющий собой два циклона, которые работают попеременно в режиме охлаждения и в режиме нагрева. Охлаждение обеспечивается подачей захлажденной воды (плюс 5°С) во внутренний змеевик циклона, таким образом, весь унесенный ТФЛ застывает, а абгазы поступают на вакуум-насос и далее в санитарную колонну, орошаемую раствором 25% едкого натра с последующим выбросом на свечу. По мере заполнения нижней части циклона застывшим ТФЛ, при срабатывании датчика уровня, абгазы переключаются на резервный циклон, который находится в режиме охлаждения, а в змеевик заполненного циклона подается водяной пар среднего давления или иной теплоноситель. Расплав ТФЛ из «вымораживателя» и «горячего» сепаратора сливается в емкость расплавленного товарного продукта.

Пары ТФЛ с верха колонны с температурой //////////////°С по трубопроводу обогреваемому Терминолом – Т66 или его аналогом поступают на секцию теплообменников «труба в трубе» по внутренней трубе которых циркулирует горячий паровой конденсат. Пары ТФЛ конденсируются и охлаждаются до температуры 90 – 95°С. Жидкий ТФЛ по трубопроводу, обогреваемому паровым конденсатом стекает в емкость расплавленного товарного продукта и далее на чешуирование либо гранулирование, что определяется потребностями рынка.

Кубовый продукт колонны анализируется согласно плана аналитического контроля и при соответствующих показателях качества перекачивается насосом, в реактор фосгенирования, как рецикловый продукт при его загрузке. Кубовый остаток очистки ТФЛ может быть реализован и как самостоятельный продукт.

Схема очистки ИФЛ – сырца идентична схеме очистки ТФЛ – сырца, параметры работы различаются не значительно. Температуре в кубе колонны для очистки ИФЛ – сырца //////////////°С, температуре верха //////////////°С, вакуумметрического давления не менее минус ////////////// бар. Пары ИФЛ с верха колонны очистки конденсируются и охлаждаются до температуры 50 – 55°С. Чешуирование или гранулирование ИФЛ производится на аппаратах той же конструкции, что и для ТФЛ.

После проведения анализов кондиционные ТФЛ, ИФЛ выгружаются из бункера чешуиратора (гранулятора) дозируются по весу в полиэтиленовые бочки, мешки или другую тару утвержденную в установленном порядке и обеспечивающую сохранность и качество продукции. После наклеивания этикеток и знаков опасности продукт отправляется на склад хранения.

**Обработка абгазов.** Газовая фаза после реакторов фосгенирования, а также после насадочной колонны для дегазации реакционной массы состоит из хлороводорода и не прореагировавшего фосгена, после охлаждения в водяном холодильнике, подается на адсорбер, который орошается монохлорбензолом (МХБ) для адсорбции фосгена. Оптимальная работа адсорбера достигается при его орошении МХБ с температурой  $///////^{\circ}\text{C}$  и давлении  $///////$  бар, т.е. немного выше давления насыщенных паров фосгена. Адсорбер является общим для всех линий синтеза, поэтому, его параметры работы и габариты учитывают наличие еще двух линий, которые будут смонтированы в дальнейшем для синтеза бензоилхлорида и лаурилхлорида.

Хлороводород с верха адсорбера подается на скруббер орошаемый обессоленной или деминерализованной водой, образующаяся соляная кислота с концентрацией 27 – 30% отправляется на склад, как товарный продукт.

МХБ с растворенным фосгеном подается через теплообменник – рекуператор в десорбер работающий при температуре  $///////^{\circ}\text{C}$  и давлении  $///////$  бар. Фосген с верха десорбера после конденсации возвращается на стадию фосгенирования, подача производится по трубопроводам с двойными стенками и вакуумированием между ними, а очищенный МХБ с куба десорбера возвращается на орошение адсорбера через охладитель.

После ввода линий синтеза бензоилхлорида и лаурилхлорида предусматривается ректификация МХБ с целью удаления тяжелой хлорированной полиароматики, которая со временем накапливается в циркуляционной системе адсорбента.

**Котельная высокотемпературного теплоносителя Therminol T 66 (НТМ)** или его аналогов. Блок НТМ является модульным, который поставляется комплектно, включая электрику и КиП. Печь нагрева НТМ может работать на природном газе, мазуте либо с использованием электронагрева. Все трубопроводы и аппараты, обогреваемые теплоносителем Т66, имеют стандартную технологическую обвязку: линии заполнения и дренажа, линии подачи и возврата. Подробная инструкция по эксплуатации, как и пусконаладочные работы являются неотъемлемой частью поставки этого оборудования.

**Очистка эмиссий и сбросов в санитарной колонне.** Две санитарные насадочные колонны (работающая и резервная) имеют футеровку из кислотоупорной плитки либо плакирующий слой, что определяется базовым проектировщиком по согласованию с

изготовителем оборудования. Температура в кубе санитарной колонны //////////////°С, давление в кубе гидростатическое. Подача абгазов производится под слой насадки орошаемой щелочным раствором, газы с верха колонны после каплеотбойника выбрасываются в атмосферу через свечу.

На санитарную колонну подаются:

- абгазы после вакуум – насоса блока очистки ТФЛ, ИФЛ
- сбросы с предохранительных клапанов
- газы продувки азотом реакторов синтеза при загрузке сырья, «вымораживателей», пробоотборников
- вентиляционные выбросы из помещения, где установлены генераторы фосгена, при срабатывании датчиков загазованности и все дальнейшие действия согласно ПЛАС

Санитарная колонна орошается раствором 25% едкого натра от циркуляционного насоса в количестве до ////////////// м3/час, замена циркулирующего раствора на свежий щелочной раствор производится по результатам анализов на содержание хлорида натрия. Отработанный щелочной раствор (содержание едкого натра не превышает 5%) сливается в промышленную канализацию и далее на существующие очистные сооружения химического комплекса в пределах которого и будет располагаться установка по производству хлорангидридов карбоновых кислот.

### **3. Рабочие условия и требования по эксплуатации для технологических процессов получения терефталойлхлорида и изо-фталойлхлорида.**

Описание технологического процесса составлено с использованием **Схемы 2** на основе имеющейся технической документации адаптированной к современным требованиям по качеству продукции, расходным нормам, требованиям безопасности.

**Схема 2.**

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

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

В **Таблице 3** приведены показатели качества сырья и реагентов: природного газа, хлора, ТФК, ИФК, ДМФА, едкого натра, Терминола – Т66, а также готовой продукции: тере и изофталойлхлорида с чистотой не менее 99.5% масс и соляной кислоты с концентрацией не менее 27% масс.

**Таблица 3**

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

### 5. Операционные затраты на процессы получения хлорангидридов терефталевой и изофталевой кислот (только в границах установки)

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. Генеральный план, включая ОЗХ

Генеральный план, **Приложение 4**. Общая площадь застройки составляет не более 1.2 Га с учетом автономного ОЗХ (азот, воздух, градирни, пар водяной). Основное производство находится в обогреваемом закрытом помещении модульного типа. Хранение ТФК, ИФК, ТФЛ, ИФЛ осуществляется на бетонных площадках под навесами и ветровой защитой. Хранение танк – контейнеров с хлором осуществляется на открытых бетонных площадках, не более двух танк – контейнеров.

### 7. Капитальные затраты на строительство установки получения хлорангидридов терефталевой и изофталевой кислот (только в границах установки)

Расчет капитальных затрат, **Таблица 7** выполнен на основании стоимостной оценки, статического и динамического оборудования, предоставленной Заказчиком по результатам 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 проектирования 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 химического предприятия, т.е. подача всех энергоресурсов будет осуществляться по договорам поставки: вода всех типов, природный газ, азот, воздух, воздух КиП, пар водяной, а также по договорам возврата: конденсата водяного пара, сбросов на факел (при необходимости), сточных вод. 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 ..... млн. евро.

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

Таблица 7.

Наименование статей затрат					
	Секция ТФЛ	Секция ИФЛ	Очистка абгазов	Чешуирование и упаковка	ОЗХ
<b>Покупка основного оборудования</b>					
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)	////////////////////////////////////				////////
<b>Управление строительством и юридиче- ские услуги</b>	////////////////////////////////////				
Не предвиденные расходы	////////	////////	////////	////////	////////
<b>Итого косвенные расходы</b>	////////	////////	////////	////////	////////
<b>Всего: основные и косвенные</b>	////////	////////	////////	////////	////////

## 8. Заключение и выводы

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