«Engineering and Consulting PFA Alexander Gadetskiy»
https://makston-engineering.ru/

MASTER

Discipline: PROCESS: terephthaloyl chloride, phosgene, isophthaloyl chloride, heat-resistant polymers, high-temperature resistant polymers, aramids, KEVLAR, RUSAR, NOMEX, PHENYLON

Name: Alexander.gadetskiy@inbox.lv **Sign.**
Date: 29.06.2016
Обновлено 09.02.2023

Основные технологические решения (DBS)для производства терефталоилхлорида, изофталоилхлорида, по 500 т/год каждого. Технология фосгенирования.

Dipl. engineer Alexander Gadetskiy, phone: +40 (748) 148 257; e-mail: alexander.gadetskiy@inbox.lv
Certificate of registration on engineering activities and technical consultations № F4/172/17.02.2014
https://makston-engineering.ru/

Содержание

1. Хлорангидриды терефталевой и изофталевой кислот. Лицензирование и патентование. BFD схемы процесса….....
2. Описание технологических процессов. Материальные балансы, и PFD схемы ….....
3. Технические условия на сырье и продукцию …….....
4. Операционные затраты на процессы получения хлорангидридов терефталевой и изофталевой кислот (только в границах установки) …….....
5. Компоновка оборудования в пределах установок и компоновка производства……
6. Капитальные затраты на строительство установок получения хлорангидридов терефталевой и изофталевой кислот (только в границах установки) …….
7. Заключение и выводы.....

Приложения

Приложение 1. Техническое задание Заказчика.
Приложение 2. Правила хранения и перевозки фосгена.
Приложение 3. PFD схемы процессов получения терефталоилхлорида, изофталоилхлорида и ортофталоилхлорида.
Приложение 4. Компоновка оборудования в пределах установок и компоновка производства в целом.

Сокращения

ТФЛ – терефталоилхлорид
ИФЛ – изофталоилхлорид
ПЭТ – полиэтилентерефталат
ТФК – терефталевая кислота
ИФК – изофталевая кислота
ДМФА – N,N-Диметилформамид
МХБ – монохлорбензол
НТМ – высокотемпературный органический теплоноситель

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

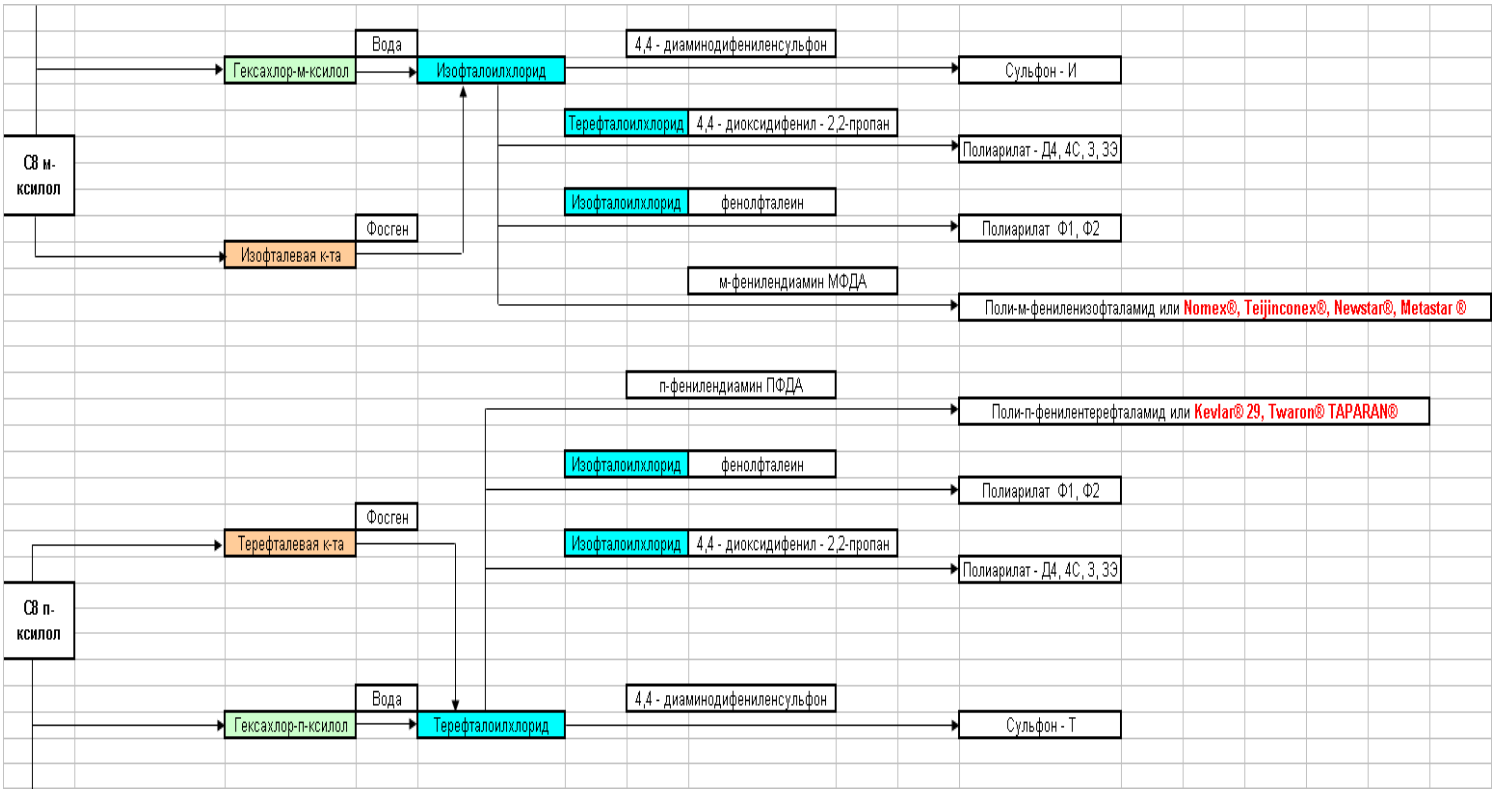
По итогам концептуальной проработки было выпущено несколько базовых проектов на различные мощности, ОЗХ и нормы где проводилось строительство, по ссылке один из проектов https://makston-engineering.ru/bazovyy-proyekt-no9-new

1.1 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 пара ароматического 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 ортофталоилхлорида 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.



Подробное описание комплекса, **Схема 1:**

https://makston-engineering.ru/kontseptualnyy-proyekt-79new

https://makston-engineering.ru/kontseptualnyy-proyekt-81new

1.2 Техническим заданием, **Приложение 1**, определялось предоставление технологических данных для процесса фосгенирования, которые обеспечат получение ТФЛ и ИФЛ с показателями качества, требуемыми для производства термостойких полимеров и расходными показателями сопоставимыми с аналогами.

1.2.1 Техническим заданием, в пределах рабочей площади, предусмотрено место для еще 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 сопоставимая с желаниями Заказчика.

1.3 Для получения ТФЛ и ИФЛ существует несколько различных технологий:

1.3.1 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.

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

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

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

1.3.5 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.

1.3.6 Процесс 2А. При хлорировании (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 процессам гидролиза, основной продукт не загрязнен соединениями серы и фосфора.

1.3.7 Процессы 3 и 4, являются перспективными, имеются промышленные установки. 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.

1.4 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».

1.5 В настоящее время российские производители ТФЛ, используют **Процесс 1** или его модификации.

1.5.1 Технология фосгенирования для производства ТФЛ и ИФЛ, **Процесс 2А** успешно работала до 2005 года на Дзержинском заводе «Капролактам», а также производилось фосгенирование лауриловой кислоты с выпуском лаурилхлорида. Отечественная технология была дополнена и улучшена опытом импортных аналогов, что и послужило основой для выполнения базовых проектов https://makston-engineering.ru/bazovyy-proyekt-no9-new в виде реплики. Наличие собственной российской технологии фосгенирования с получением ТФЛ и ИФЛ исключает поводы для претензий от третьих сторон, например, импортеров хлорангидридов карбоновых кислот в РФ.

Технологии фосгенирования работали на Новочебоксарском «Химпром» и Дзержинском «Корунд».

1.5.2 Фосген производится в США, Японии, Германии, Франции, Бельгии, Италии, Нидерландах, Великобритании, Канаде, Испании, Индии, Австралии, Бразилии, Венгрии, Швейцарии и Китае. Производство фосгена на Африканском континенте неизвестно и сравнительно мало данных имеется для бывшего Советского Союза. Общий мировой выпуск фосгена на технологические нужды составляет более 4 млн. т/год, причем доля фосгена, который вырабатывается в режиме генерации исключительно на объем реактора фосгенирования, непрерывно возрастает. Выпуск фосгена без хранения называется «captive production», т.е. пленный, в таком формате его производство и потребление разрешено и в ЕС. Перевозка фосгена разрешена только в России и США, **Приложение**

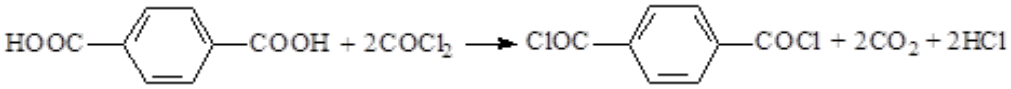
2. Подробно о производстве фосгена и процессах фосгенирования https://makston-engineering.ru/kontseptualnyy-proyekt-13new

1.5.3 Правила безопасности при использовании фосгена в РФ базируются на общих правилах для хлорных производств. В «Едином тарифно-классификационном справочнике» имеется перечень профессий, связанных с фосгеном.

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

2.1 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.**

2.2 Реакции фосгенирования для ТФЛ или ИФЛ идентичны между собой.



2.3 В **Таблице 1 и 2** представлены материальные балансы процессов производства ТФЛ и ИФЛ соответственно. Балансы составлены на максимальную производительность линий 2*500 т/год.

Таблица 1

Материальный баланс полной загрузки линии на выпуск ТФЛ			
Сырье	т/год	кг/ч	**%**
Кислота терефталевая	417.00	64.15	40.49%
Фосген	613.00	94.31	59.51%
ИТОГО сырье	**1,030.00**	**158.46**	**100.00%**
Продукция			
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 CO2	250.00	38.46	24.27%
ИТОГО продукция	**1,030.00**	**158.46**	**100.00%**
Метан на синтез фосгена	По данным поставщика генератора фосгена		
Хлор на синтез фосгена	442.59	68.09	

Таблица 2

Материальный баланс полной загрузки линии на выпуск ИФЛ			
Сырье	т/год	кг/ч	**%**
Кислота изофталевая	418.50	64.38	39.30%
Фосген	646.50	99.46	60.70%
ИТОГО сырье	**1,065.00**	**163.85**	**100.00%**
Продукция			
Изофталоилхлорид чешуированный, товарный	500.00	76.92	46.95%

Кубовые остатки ИФЛ	100.00	15.38	9.39%
Кислота соляная, товарная	210.00	32.31	19.72%
Эмиссии CO2	255.00	39.23	23.94%
ИТОГО продукция	**1,065.00**	**163.85**	**100.00%**
Метан на синтез фосгена	По данным поставщика генератора фосгена		
Хлор на синтез фосгена	466.77	71.81	

2.4 Поставка сырья и реагентов: ТФК, ИФК, хлора, сухого едкого натра и диметилформамида производится со стороны, показатели качества приведены в **Главе 3**, расчет объемов и типа хранения на данной стадии не производится.

2.5 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 ТФЛ-сырца, ИФЛ-сырца
- обработка абгазов
- котельная высокотемпературного теплоносителя, аналоги Терминол
- очистка эмиссий и сбросов в санитарной колонне

2.6 Приемка сырья и реагентов.

2.6.1 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 использование опрокидывателей и пневмотранспорта не предусматривается.

2.6.2 Жидкий хлор поставляется в танк-контейнерах, которые могут являться и временным хранилищем, если они устанавливаются на специально оборудованной площадке. Подача на генераторы синтеза фосгена производится через испаритель.

2.6.3 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^3, для обеспечения аварийного запаса.

2.6.4 Катализаторы. Активированный уголь, N,N-Диметилформамид (ДМФА) поставляются в таре от поставщика.

2.6.5 Высокотемпературный теплоноситель от разных поставщиков:

- Diphyl TNT (Bayer AG)

- Therminol (MONSANTO)
- Therm-S 900 (NIPPON STEEL)
- Dowterm HT (DOW CHEMICAL)
- Thermex (ISI)

поставляется в 200 л бочках, максимально возможный объем заполнения системы не превысит 4 м^3, объем аварийной емкости 6 м^3.

2.7 Загрузка ТФК или ИФК, катализаторов, кубовых остатков. Фосгенирование проводится в реакторах, по одному на каждой линии, которые представляют собой эмалированные аппараты с вместимостью ///////// м³, 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.

2.8 Процесс фосгенирования ТФК, ИФК может проводиться, как в расплаве хлорангидридов этих кислот, так и в растворителе, например, в хлорбензоле. Руководствуясь Техническим заданием, все исходные данные будут предоставлены только для фосгенирования в расплаве хлорангидридов этих кислот.

2.8.1 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.

2.8.2 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 /////°С, а в реакторе синтеза ИФЛ, во время загрузки ИФК составляет //////////°С.

2.8.3 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 ////////////////////. После выполнения загрузки закрывается заслонка и разворачивается быстросъемная заглушка на участке трубопровода между дозатором и реактором.

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

2.8.4 Кубовые остатки, которые образуются на стадии очистки ТФЛ или ИФЛ при положительном заключении лаборатории могут использоваться, ////////////////////////.

2.8.5 После окончания загрузки ТФК или ИФК, а также катализатора и кубовых остатков температура в реакторе синтеза ТФЛ должна быть ////////////°С, а в реакторе синтеза ИФЛ ////////////////////°С.

2.8.6 Перед подачей фосгена в реактор синтеза выполняются 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 отсекатель на линии абгазов в адсорбер, и одновременно устанавливается задание и переводится в автоматический режим работы клапан, регулирующий давление в реакторе синтеза.

2.9 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.

2.9.1 Хранение фосгена исключено из технологической схемы, выпуск «captive production», автоматический алгоритм на прекращение выпуска фосгена, при различных неполадках, а также наличие большого количества датчиков загазованности, исключает риск аварий даже не большого масштаба.

2.10 Реакция фосгенирования и удаление абгазов. Реакционную массу для синтеза ТФЛ перед началом фосгенирования нагревают в реакторе до температуры ////////°С, а для синтеза ИФЛ до ////////°С.

2.10.1 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.

2.10.2 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.

2.10.3 Общая масса генерируемого фосгена на операцию составляет ///////// кг, продолжительность фосгенирования не превышает ///////// часов. Фосгенирование заканчивается при отсутствии в пробе терефталоилхлорида-сырца ////////////////, аналогично и в отношении изофталевой.

2.11 Дегазация и очистка сырых продуктов ТФЛ и ИФЛ включает в себя:

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

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

2.11.1 Секция дегазации реакционной массы. Реакционная масса ТФЛ-сырца после фосгенирования подается через теплообменник-рекуператор на секцию дегазации, которая состоит из насадочной колонны куб которого обогревается высокотемпературным теплоносителем. 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.

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

2.11.3 Абгазы с верха насадочных колонн направляются на абсорбционную очистку от присутствующего фосгена и хлороводорода, **п. 2.13.**

2.12 Секция очистки и чешуирования (гранулирования). Реакционная масса ТФЛ-сырца с куба насадочной колонны, подается на блок очистки, состоящий из отпарной колонны, работающей под вакуумом.

2.12.1 Куб отпарной колонны обогревается высокотемпературным теплоносителем. Температура в кубе колонны для очистки ТФЛ-сырца ////////°С, температуре верха ////////°С, вакуумметрического давления не менее минус /////////// бар, которое создается вакуум-насосом.

2.12.2 Пары ТФЛ с верха колонны с температурой ////////°С по трубопроводу, обогреваемому НТМ поступают на секцию теплообменников ////////////////////////°С. Жидкий ТФЛ по трубопроводу, обогреваемому паровым конденсатом стекает в емкость расплавленного товарного продукта и далее на чешуирование либо гранулирование, что определяется потребностями рынка.

2.12.3 Не сконденсировавшиеся абгазы ТФЛ поступают на сепаратор, жидкий ТФЛ сливается в емкость расплавленного товарного продукта, а абгазы с верха сепаратора подаются на «вымораживатели», рабочий и резервный, ////////////////. Расплавленный ТФЛ из «вымораживателя» сливается в емкость расплавленного товарного продукта.

2.12.4 Кубовый продукт колонны анализируется согласно плана аналитического контроля и при соответствующих показателях качества перекачивается, ////////////////. Кубовый остаток очистки ТФЛ может быть реализован и как самостоятельный продукт.

2.12.5 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 ////////////°С. Чешуирование или гранулирование ИФЛ производится на аппаратах той же конструкции, что и для ТФЛ.

2.12.6 После проведения анализов кондиционные ТФЛ, ИФЛ выгружается 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.

2.13 Обработка абгазов. Абгазы после реакторов фосгенирования, а также после насадочной колонны для дегазации реакционной массы, состоят из хлороводорода и не прореагировавшего фосгена, после охлаждения в водяном холодильнике, ////////////. Оптимальная работа абсорбера достигается ///////// с температурой ////////°С и давлении //////// бар, //////////////. Абсорбер 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.

2.13.1 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.

2.13.2 ///////// температуре ////////°С и давлении //////// бар. Фосген с верха десорбера после конденсации возвращается на стадию фосгенирования, подача производится по

трубопроводам с двойными стенками и вакуумированием между ними, ////////////////// на орошение абсорбера через охладитель.

2.13.3 После ввода линий синтеза бензоилхлорида и лаурилхлорида предусматривается /////////////////// в циркуляционной системе абсорбента.

2.14 Котельная высокотемпературного теплоносителя (НТМ). 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, 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.

2.15 Очистка эмиссий и сбросов в санитарной колонне.

2.15.1 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.

2.15.2 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.

2.15.3 Санитарная колонна орошается раствором 15% 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. Технические условия на сырье и продукцию

В **Таблице 3** приведены показатели качества сырья и реагентов, а также готовой продукции.

Таблица 3

TEREPHTHALIC ACID

Production Data	
Appearance	White powder
Acid number	673-677 mg KOH
The content of benzoic acid	≤ 100 ppm
The content of 4-benzaldehyde carboxyl	≤ 25 ppm
The content of p-toluylic acid	≤ 150 ppm
Chroma, coefficient "b"	≤ 2.5
Ash content	≤ 15 ppm
Iron content	≤ 2 ppm
The total content of heavy metals Mo, Sg, Ni, Fe, Ti, Mn, Co	≤ 10 ppm
Water content	≤ 0.2% mass.
The content of substances not soluble in ammonia	≤ 10 ppm
Granulometric composition	
up to 40 microns	20%
40-160 microns	62%
160-250 microns	15%
> 250 microns	3%
> 500 microns	0%

ISOPHTHALIC ACID

Production Data	
Appearance	White powder
Acid number	671-677 mg KOH

The content of 4-benzaldehyde carboxyl	≤ 25 ppm
The content of p-toluylic acid	≤ 150 ppm
Chroma, coefficient "b"	≤ 2.5
Ash content	≤ 2- ppm
Iron content	≤ 3 ppm
The total content of heavy metals Mo, Sg, Ni, Fe, Ti, Mn, Co	≤ 10 ppm
Water content	≤ 0.2% mass.
Granulometric composition	
up to 40 microns	20%
40-160 microns	62%
160-250 microns	15%
> 250 microns	3%
> 500 microns	0%

CARBON MONOXIDE

CO Min. 98 % vol.

N2 Max. 1.4 % vol.

CH4 Max. 20 ppm vol.

O2 Max. 0.1 % vol.

H2 Max. 0.4 % vol.

Water Max. 50 ppm vol.

Remarks

a) Nitrogen is an inert in the phosgene and MDI processes and leaves in the gaseous HCl.

b) Hydrogen forms HCl in the phosgene reactors, which is detrimental to reaction yield.

c) Methane probably reacts with chlorine to form HCl and carbon tetrachloride and other chlorinated methane.

d) Water along with the chlorine and small amounts of HCl in the system results in accelerated corrosion.

e) Sum of H2 and equivalent H2 from CRi results in heat generation. Total equivalent H2 shall be less than 0.6 % vol.

CHLORINE (LIQUEFIED)

Chlorine Min. 99.6 % vol.

Moisture Max. 40 ppm wt.

Remarks

Moisture reacts with chlorine and phosgene to form HCl and results in corrosion.

PRESSURE&TEMPERATURE

The chlorine shall be delivered evaporated at battery limit with a pressure of 1200 kPa a min., sufficiently superheated to eliminate possible condensate formation.

SODIUM HYDROXIDE, NAOH

NaOH 50 % wt.

Na2CO3 Max. 4000 ppm wt.

NaCl Max. 15 ppm wt.

Fe Max. 2 ppm wt.

Hg Max. 0.05 ppm wt.

Water **Balance.**

Remarks

Certain forms of Fe distribute to the PMA phase and are not completely washed out.

Specification for Fe in CPMI's is max. 20 ppm wt. (atomic absorption).

Fe going with the PMA is not reduced in the PMI plant.

PHOSGENE

Phosgene Min. 99.5% wt.

Carbon dioxide Max. 0.10% wt.

Iron Max. 0.05% wt.

Free Chlorine Max. 0.03% wt.

Acidity (as HCL) Max. 0.04% wt.

Residue on evaporation Max. 0.03% wt.

Sulfur (volatile, e.g. COS or SO2) Max. 0.0039% wt.

Non-volatile Max. 0.0005% wt.

Normally appears as a clear, pale yellow liquid.

TEREPHTHALOYL CHLORIDE 100-20-9 (CAS DataBase Reference)

APPEARANCE	Crystalline solid, lachrymator
ASSAY	99.00% MIN
MELTING POINT	79-81°C (lit.)
BOILIG POINT	266°C (lit.)
WATER	0.01% MAX
DENSITY	1.36% MAX
CHROMA COEFFICIENT "b" 2,5 MAX	

ISOPHTHALOYL CHLORIDE 99-63-8 (CAS DataBase Reference)

APPEARANCE	Crystalline solid, lachrymator
ASSAY	98.00% MIN
MELTING POINT	43-45°C (lit.)
BOILIG POINT	276°C (lit.)
WATER	0.01% MAX
DENSITY	1.40% MAX
CHROMA COEFFICIENT "b" 2,5 MAX	

4. 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

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

Компоновка оборудования в пределах установки и компоновка производства, **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.

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

Расчет капитальных затрат, **Таблица 7** выполнен https://makston-engineering.ru/inzhenernyj-servis/post/ocenka-stoimosti-stroitelstva-ob-ektov-himii-neftehimii-i-neftepererabotki

Затраты на строительство приведены с точностью ±30%. Затраты на проектирования в границах установки: базовый инжиниринг, стадии ПД и РД, генеральное проектирование приведены с точностью ±10%.

Согласно Техническому заданию планируемые к строительству установки 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 отводится через коммерческие узлы учета.

Но тем не менее, согласно Технического задания 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
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	/////////	/////////	/////////	/////////	/////////
Итого основные расходы	/////////	/////////	/////////	/////////	/////////
Строительные сооружения, конструкции, эстакады	/////////	/////////	/////////	/////////	/////////
Инжиниринг (базовый, детальный, генеральный)	//////////////////////////				/////////
Управление строительством и юридические услуги	//////////////////////////				
Не предвиденные расходы	/////////	/////////	/////////	/////////	/////////
Итого косвенные расходы	/////////	/////////	/////////	/////////	/////////
Всего: основные и косвенные	/////////	/////////	/////////	/////////	/////////

7. Заключение и выводы

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