

«Engineering and Consulting PFA Alexander Gadetskiy»

**MASTER**

Discipline: PROCESS: Benzoyl chloride and benzoyl peroxide

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

Sign.

Date: 19.10.2016

**Исходный технологический проект (DBS) на процессы  
производства хлористого бензоила и перекиси бензоила.  
The original technological project on production of benzoyl chlo-  
ride and benzoyl peroxide.**



## Содержание

1. Хлористый бензоил и перекись бензоила. Лицензирование и патентование. BFD схема процесса. ....	4
2. Описание технологических процессов. Материальные балансы и PFD схемы. ....	6
2.1 Описание технологического процесса получения ХБ. ....	8
2.2 Описание технологического процесса получения ПБ. ....	12
2.3 Описание технологических блоков являющихся общими для комплекса хлорангидридов карбоновых кислот и перекисей. ....	13
3. Рабочие условия и требования по эксплуатации для технологических процессов получения хлористого бензоила и перекиси бензоила. ....	14
4. Технические условия на сырье и продукцию. ....	14
5. Операционные затраты на процессы получения хлористого бензоила и перекиси бензоила (только в границах установки).....	15
6. Генеральный план, включая ОЗХ. ....	15
7. Капитальные затраты на строительство установки получения хлористого бензоила и перекиси бензоила (только в границах установки).....	15
8. Заключение и выводы. ....	16

## Приложения

Приложение 1. Техническое задание Заказчика.

Приложение 2. Опросной лист на энергоресурсы площадки строительства.

Приложение 3. PFD схемы получения хлористого бензоила и перекиси бензоила.

Приложение 4. Генеральный план, включая ОЗХ.

Приложение 5. Упрощенный расчет срока окупаемости установки получения хлористо-  
го бензол и перекиси бензоила.

### Сокращения

ХБ - хлористый бензоил

ПБ – перекись бензоила

АИБН – азо(бис)изобутиронитрил или динитрил азодиизомасляной кислоты

БК – бензойная кислота

ДМФ – диметилформаид

МХБ – моноклорбензол

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

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

## 1. Хлористый бензоил и перекись бензоила. Лицензирование и патентование.

### BFD схема процесса.

**Перекись бензоила (ПБ).** Промышленный метод синтеза ограничивается единственным хорошо зарекомендовавшим себя процессом окисления хлористого бензоила перекисью водорода в щелочной среде. Процесс не лицензируется, так как давно и хорошо известен, а желание некоторых инжиниринговых компаний включить в цену базового проекта свое понимание интеллектуальной собственности, но без термина «лицензия или лицензирование», не более чем желание получить дополнительный доход. В РФ проекты на получение ПБ были разработаны «Гипрополимер» в 40-х годах прошлого столетия, после этого процесс многократно дорабатывался заводскими проектно – конструкторскими и исследовательскими центрами.

Техническим заданием, **Приложение 1** определялось предоставление технологических данных обеспечивающих получение ПБ в соответствии с ГОСТ 14888 – 78 для использования в качестве инициатора в производстве полимеров, пластмасс и каучуков, а также в качестве отвердителя полиэфирных добавок при производстве лакокрасочных и строительных материалов. Аппаратурное оформление и расходные показатели процесса должны соответствовать современным аналогам.

**Хлористый бензоил (ХБ).** В основе промышленных методов получения используется несколько различных технологий:

Процесс 1. Гидролиз ХБ горячей водой в присутствии хлорного железа, или хлорида алюминия, или хлорида цинка.

Процесс 1 А. Гидролиз ХБ ледяной уксусной кислотой в присутствии серной кислоты при температуре 95 – 100°C.

Процесс 2. Хлорирование бензойной кислоты (БК) тионилхлоридом или пятихлористым фосфором.

Процесс 2А. Хлорирование БК фосгеном (фосгенирование).

Процесс 3. Нагревание ХБ с бензойной или уксусной кислотами.

Процесс 4. Взаимодействие бензальдегида с четыреххлористым углеродом.

Недостатки или преимущества каждого из процессов приводятся:

- Процесс 1. Гидролиз ХБ горячей водой, недостатком процесса является большое количество кубовых остатков и как следствие повышенный расход ХБ, что отражается на операционных и капитальных затратах.

- Процесс 1А. Гидролиз ХБ ледяной уксусной кислотой сопровождается меньшим количеством кубовых остатков, но появляется хлористый ацетил, продукт значительно более легкий, но достаточно трудно реализуемый.

- Процесс 2. Хлорирование (БК) тионилхлоридом или пятихлористым фосфором, недостатком этих процессов является 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 БК фосгеном (фосгенирование), в качестве побочного продукта образуется легко выделяемая соляная кислота (хлороводород), **не образуются тяжелые кубовые остатки, что свойственно процессам гидролиза, а основной продукт не загрязнен соединениями серы и фосфора**, но использование фосгена в некоторых странах категорически запрещается.

- Процесс 3. Используется для получения высокочистого ХБ в качестве химического реагента под маркой ХЧ и ОЧ.

- Процесс 4. Процесс взаимодействия в паро – жидкостной фазе бензальдегида и четырех хлористого углерода является перспективным направлением, образующийся в процессе хлороформ является самостоятельным товарным продуктом в дополнение к основному. Промышленных установок по этому процессу не существует, так как его масштабирование началось совершенно не давно.

Таким образом, только Процессы 1, 1А и 2А можно считать соответствующие представлениям Заказчика, как потенциально возможные для реализации. Техническим заданием, **Приложение 1** определялось предоставление исходных данных обеспечивающих получение ХБ в соответствии с техническими условиями, как сырья для получения ПБ в балансовых количествах, т.е без реализации ХБ на сторону. Аппаратурное оформление и расходные показатели процесса должны соответствовать современным аналогам, быть максимально минимизированными, что не оставляет места для Процессов 1 и 1А и в первую очередь по операционным затратам.

Процесс 2А не лицензируется, так как давно и хорошо известен, а желание некоторых инжиниринговых компаний включить в цену базового проекта свое понимание интеллектуальной собственности, но без термина «лицензия или лицензирование», не более чем желание получить дополнительный доход. В РФ проекты на получение БХ фосгенированием БК были разработаны «Гипрополимер» в конце 40-х годов прошлого столетия, после этого процесс многократно дорабатывался заводскими проектно – конструкторскими и исследовательскими центрами.

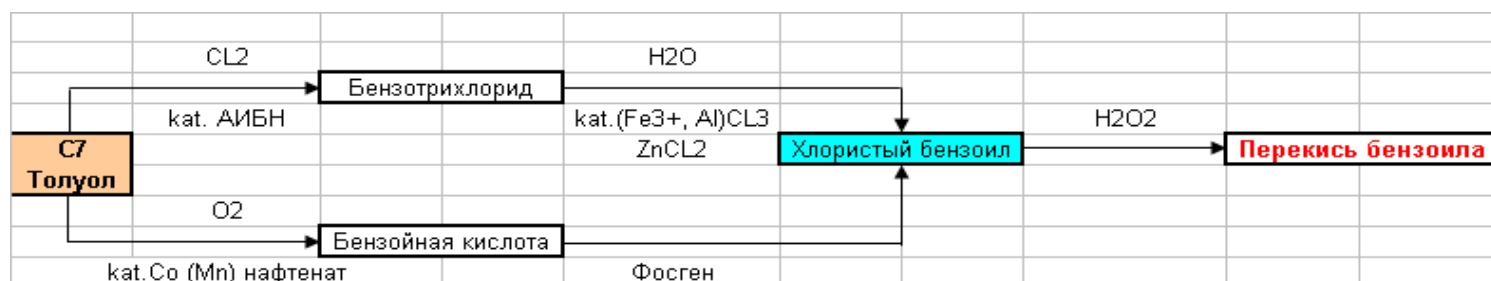
Установка по производству ХБ путем фосгенирования БК и совмещенная с ней установка получения ПБ путем окисления ХБ перекисью водорода успешно эксплуатировалась до 2005 года на одном из заводов РФ. В настоящем отчете уровня «исходный технологический проект (DBS)» отечественная технология дополнена элементами импорт-

ных аналогов не являющимися «ноу-хау», что не может давать повода для претензий от третьих сторон, например импортеров ХБ и ПБ 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.

**Схема 1** выполнена для двух принципиальных процессов синтеза ХБ и его использование для получения ПБ.

Схема 1.



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

Технологическая установка для производства ХБ и ПБ состоит из трех параллельно работающих линий БХ имеющих мощности по одной линии 200 т/год и трех параллельно работающих линий ПБ имеющих общую мощность 500 т/год. Комплект PFD схем представлен в **Приложении 3**. В **Таблице 1** и **2** представлены материальные балансы процессов производства ХБ и ПБ. Исходя из потребностей рынка, которые были предоставлены Заказчиком, выпуск продукции будет составлять 600 т/год ХБ и 500 т/год ПБ.

Таблица 1

Материальный баланс полной загрузки линии на выпуск ХБ			
Сырье	т/год	кг/ч	%
Бензойная кислота	536.40	82.52	53.41%
Фосген	468.00	72.00	46.59%
<b>ИТОГО сырье</b>	<b>1,004.40</b>	<b>154.52</b>	<b>100.00%</b>
Продукция			
Бензоилхлорид, прозрачная жидкость	600.00	92.31	59.74%
Кубовые остатки	2.40	0.37	0.24%
Кислота соляная, товарная	163.80	25.20	16.31%
Эмиссии CO <sub>2</sub>	238.20	36.65	23.72%
<b>ИТОГО продукция</b>	<b>1,004.40</b>	<b>154.52</b>	<b>100.00%</b>
Метан на синтез фосгена	По данным поставщика генератора фосгена		
Хлор на синтез фосгена	337.90	51.98	

Таблица 2

<b>Материальный баланс полной загрузки линии на выпуск ПБ*</b>			
<b>Сырье</b>	<b>т/год</b>	<b>кг/ч</b>	<b>%</b>
Бензоилхлорид, на 100%	618.00	95.08	68.82%
Перекись водорода, на 100%	77.50	11.92	8.63%
Натр едкий, на 100%	202.50	31.15	22.55%
<b>ИТОГО сырье</b>	<b>898.00</b>	<b>138.15</b>	<b>100.00%</b>
<b>Продукция</b>			
Перекись бензоила, белые гранулы	500.00	76.92	55.68%
Натрий хлористый, на 100%	270.00	41.54	30.07%
Бензоат натрия, на 100%	48.00	7.38	5.34%
Реакционная вода	80.00	12.31	8.91%
<b>ИТОГО продукция</b>	<b>898.00</b>	<b>138.15</b>	<b>100.00%</b>

\* - в материальном балансе не показана деминерализованная вода на растворение реагентов, а также на промывку ПБ, ее расход указан в операционных затратах Глава 5.

Поставка сырья и реагентов: БК, хлора, перекиси водорода, сухого едкого натра и диметилформамида (ДМФ) производится со стороны, показатели качества приведены в Главе 5, расчет объемов и типа хранения на данной стадии не производится.

**Установка ХБ** состоит из следующих технологических стадий и блоков:

- приемка сырья и реагентов
- загрузка БК, катализаторов, кубовых остатков
- блок генерация фосгена
- реакция фосгенирования и удаление абгазов
- дегазация и очистка хлористого бензоила – сырца
- обработка абгазов
- котельная теплоносителя Терминол – Т66
- очистка эмиссий и сбросов в санитарной колонне

**Установка ПБ** состоит из следующих технологических стадий и блоков:

- приемка сырья и реагентов
- загрузка ХБ и реагентов
- реакция окисления ХБ
- фильтрация, промывка и сушка ПБ
- расфасовка ПБ

**Приемка сырья и реагентов для установок получения ХБ и ПБ.** Основное сырье, БК доставляется на склад хранения, либо непосредственно к месту загрузки в расходный силос, в биг-бэгах весом по 1 т или в иной упаковке завода изготовителя. Хранение в расходном силосе осуществляется под азотом.

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.

Перекись водорода поставляется в производство в алюминиевых возвратных контейнерах с концентрацией 30 – 40% эти же контейнеры являются и временным хранилищем, если они устанавливаются на специально оборудованной площадке. Подача в процесс производится через расходную емкость объемом не более 2 м<sup>3</sup>.

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-Диметилформамид (ДМФ) катализатор процесса поставляется в 190 кг бочках.

Сульфанол поставляется в мешках по 25 или 40 кг на паллетах на склад хранения. Дозирование в реактор перед каждой загрузкой производится в ручную после взвешивания согласно рецептуре.

Хлористый бензоил с массовой долей основного вещества не менее 97,5% поступает в производство перекиси бензоила по трубопроводу из складских емкостей хранения.

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 10 тонн. Котельная высокотемпературного теплоносителя является общей для всех производств комплекса, как и предусмотрено Техническим заданием: для двух линий фосгенирования – терефталевой и изофталевой кислот с получением тере- и изофталойлхлоридов, а также линия фосгенирования лауриловой кислоты с получением лаурилхлорида.

## **2.1 Описание технологического процесса получения ХБ.**

**Загрузка БК, 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, барботажом фосгена, циркуляцией реакцион-



ной 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 всех линиях одновременно, либо в режиме работы каждой линии по графику циклов. Как и предусмотрено Техническим заданием, в пределах рабочей площади предусмотрено место еще для двух линий фосгенирования – терефталевой и изофталевой кислот с получением тере- и изофталоилхлоридов, а также линия фосгенирования лауриловой кислоты с получением лаурилхлорида. На обложке отчета показан реакторный блок фосгенирования на одном из заводов перекисей в Китае, производительность которых сопоставима с желаниями Заказчика.

Перед загрузкой сухой БК, реактор заполняется расплавом БК 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 сухой БК
- во внутренний змеевик реактора подается теплоноситель и дается задание на клапан регулятор для поддержания соответствующих температур в реакторах.

Расплав БК хранится в обогреваемой емкости, объем которой соответствует загрузке на одну операцию одной или нескольких линий, после проведения синтеза и дегазации реакционной массы, емкость заполняется новой порцией хлорангидрида – сырца. Температура в реакторе синтеза ХБ, во время загрузки БК составляет 135°C, а в процессе синтеза поддерживается в интервале /// – ///°C.

Загрузка БК из расходного силоса производится через дисковый дозатор сыпучих продуктов по балансу процесса на одну операцию. 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 ДМФ производится непосредственно из транспортной тары насосом – дозатором и составляет ////////////// кг на операцию.

Кубовые остатки, образующиеся на стадии очистки ХБ, при положительном заключении лаборатории могут использоваться, как добавка к сырью. Форма загрузки определяется на стадии проектирования.

После окончания загрузки БК, а также катализатора и кубовых остатков температура в реакторе синтеза ХБ должна быть не менее 135°C.

Перед подачей фосгена в реактор (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 (реакторах) 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 стехиометрией 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 производства 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 реактора для синтеза ХБ перед началом фосгенирования нагревают до температуры не менее 135°C. После подачи фосгена в течение всего процесса температура поддерживается в пределах /// – ///°C °C с помощью регулирующего клапана установленного на подаче теплоносителя во внутренний змеевика реакторов. Давление в реакторах после подачи фосгена в течение всего процесса поддерживается в пределах //, с помощью регулирующего клапана установленного на линии абгазов. Общая масса генерируемого фосгена на операцию

составляет ////////////// кг, продолжительность фосгенирования не превышает ////////////// часов. Фосгенирование заканчивается при отсутствии в пробе хлористого бензоила – сырца взвеси бензойной кислоты и массовой доли основного компонента не менее 87%.

**Дегазация и очистка хлористого бензоила– сырца** включает в себя:

- секции дегазации реакционной массы ХБ – сырца
- секции очистки ХБ – сырца

**Секция дегазации реакционной массы.** Реакционная масса ХБ – сырца после фосгенирования подается через теплообменник – рекуператор на секцию дегазации, которая состоит из насадочной колонны заполненной кольцами Рашига. Куб колонны обогревается высокотемпературным теплоносителем Терминол – Т66 или его аналогом. Температура в кубе насадочной колонны для очистки ХБ – 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.

**Секция очистки и розлива ХБ.** Реакционная масса ХБ – 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 ХБ – 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. Пары ХБ поступают на конденсатор, который охлаждаемый оборотной водой, сконденсированный ХБ стекает в емкость и по мере роста уровня откачивается на склад, после отбора анализов на подтверждение качества готового продукта. Подача ХБ в расходную емкость производства ПБ, минуя склад – ЗАПРЕЩАЕТСЯ.

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 ХБ может быть реализован и как самостоятельный продукт.

В техническом задании Заказчика не предусматривается реализация ХБ на сторону, но после проведения анализов кондиционный ХБ может быть расфасован в бочки или иную тару, утвержденную в установленном порядке обеспечивающую сохранность и качество продукции имеющую этикетки и знаки опасности.

## 2.2 Описание технологического процесса получения ПБ.

- загрузка ХБ и реагентов
- реакция окисления ХБ
- фильтрация, промывка и сушка ПБ
- расфасовка ПБ

Загрузка ХБ и реагентов производится в эмалированный реактор объемом //мЗ, который оборудован мешалкой и внутренним змеевиком хладагента – захлажденной водой.

В реактор загружаются: обессоленная вода в объеме //мЗ, сульфанол, натр едкий в объеме // мЗ, после загрузки в змеевик подается хладагент и включается мешалка, при достижении температуры 0 – 4°С в реактор подается перекись водорода в объеме //мЗ. Подача указанных компонентов производится через поточные расходомеры. Перемешивание продолжается до тех пор, пока равновесные концентрации едкого натра и перекиси водорода не достигнут регламентных значений – // и // г/л. При достижении указанных параметров в реактор подается ХБ через поточный расходомер с коррекцией по температуре в реакторе, при завышении температуры реакционной массы до 5°С, срабатывает сигнализация и блокировка на закрытие регулирующего клапана на подаче ХБ, открытие клапана и возобновление подачи возможно только после снятия блокировки. Рабочим уровнем в реакторе является заполнение на 70 – 75%.

Процесс синтеза ПБ заканчивается при достижении в реакционной массе концентраций едкого натра и перекиси водорода – // и // г/л, контроль за концентрацией указанных реагентов ведется с использованием поточных анализаторов. После этого мешалка останавливается, а реакционная масса **без использования насосов** сливается на фильтр, осадок ПБ на фильтре промывается деминерализованной водой, подача хладагента в змеевик реактора прекращается, и реактор также промывается деминерализованной водой, которая сливается на этот же фильтр. Промывка ПБ деминерализованной водой ведется до нейтральной среды промывных вод по поточному рН – метру. Воды промывки собираются в заглубленной емкости и после контроля концентрации хлорида натрия могут сливаться в ХЗК.

Фильтр с мелкодисперсным осадком ПБ подключается к вакуум – насосу для удаления влаги. Доля влаги в ПБ после сушки не должна быть менее 20% масс, как правило, для гарантированного исключения чувствительности к удару, содержание влаги в товарной ПБ составляет 27±2%.

Расфасовка товарной ПБ производится в полиэтиленовые мешки массой по 5 кг, которые укладываются в картонные коробки имеющие этикетки и знаки опасности и после этого отправляются на склад хранения.

## 2.3 Описание технологических блоков являющихся общими для комплекса хлорангидридов карбоновых кислот и перекисей.

**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, как и предусмотрено Техническим заданием: для двух линий фосгенирования – терефталевой и изофталевой кислот с получением тере- и изофталеоилхлоридов, а также линия фосгенирования лауриловой кислоты с получением 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 хлористого бензоила и лаурилхлорида в дополнении к линиям терере – и изофталеоилхлорида 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  $////////^{\circ}\text{C}$ , 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 – насосов блоков очистки ХБ, тере – и изофталоилхлоридов, а в последующем и лаурилхлорида

- сбросы с предохранительных клапанов

- газы продувки азотом реакторов синтеза при загрузке сырья, «вымораживателей» тере – и изофталоилхлоридов, 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 и перекисей.

### **3. Рабочие условия и требования по эксплуатации для технологических процессов получения хлористого бензоила и перекиси бензоила.**

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, БК, ИФК, ДМФ, сульфолана, перекиси водорода, едкого натра, Терминола – Т66, а также готовой продукции ХБ и ПБ с чистотой не менее 99.5 и 99,3% масс, соответственно, а также соляной кислоты с концентрацией не менее 27% масс.

## Таблица 3

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

### 5. Операционные затраты на процессы получения хлористого бензоила и перекиси бензоила (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 0.9 Га с учетом автономного ОЗХ (азот, воздух, градирни, пар водяной). Основное производство находится в обогреваемом закрытом помещении модульного типа. Хранение БК 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 хлористого бензоила и перекиси бензоила (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, трубо-

проводов, 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 ХБ	Секция ПБ	Обработка абгазов	Очистка эмиссий	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	////////	////////	////////	////////	////////
<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

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