

**MASTER**

**Discipline: PROCESS:** 2-Ethylhexyl chloroformate, Cyclohexyl Chloroformate, initiators of polymerization

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

**Sign.**

03.07.2019

Обновлено 20.12.2021 Обновлено 12.02.2024



**Производство 2-этилгексилхлорформиата 1.200 т/год, циклогексилхлорформиата 250 т/год. Базовый проект, вариант 3 (сокращенный). Технологические решения, расчет оборудования.**



Dipl. engineer Alexander Gadetskiy, phone: +40 (748) 148 257; e-mail: [alexander.gadetskiy@inbox.lv](mailto:alexander.gadetskiy@inbox.lv)

Certificate of registration on engineering activities and technical consultations № F4/172/17.02.2014

Certificate of registration on engineering and technical consultancy activities № J4/918/09.06.2023.

<https://makston-engineering.ru/>

## Содержание

### КНИГА 1.

1. Основные проектные решения.....	
1.1 Введение.....	
1.2 Общая информация о проекте.....	
1.3 Общие требования к проектированию.....	
1.4 Энергоресурсы.....	
1.5 Аварийные сбросы. ....	
1.5.1 Расчеты максимальных и номинальных сбросов от ППК.....	
1.5.2 Расчеты плотности продуктов при сбросе после ППК, выбор ППК.....	
1.5.3 Расчеты диаметров трубопроводов сбросов от ППК и коллекторов по типам сбрасываемых продуктов.....	
1.6 Климатические условия.....	
1.7 Стандарты и нормы.....	

### КНИГА 2.

2. Принципиальное описание процесса. BFD схема и границы проектирования. Используемое сырье.....	
2.1 Введение.....	
2.2 Используемое сырье, получаемые полуфабрикаты и готовая продукция.....	
2.3 Принципиальное описание процесса по секциям.....	
2.4 Расходные коэффициенты по секциям.....	
2.5 Технологические границы и границы проектирования.....	
2.6 Принципиальная BFD схема процесса с границами проектирования и рецикловыми потоками.....	

### КНИГА 3

3. Спецификация сырья, химикатов и готовой продукции.....	
---	--

### КНИГА 4.

4. Основные принципы регулирования и управления процессом.....	
4.1 Введение.....	
4.2 Исходные данные для проектирования и поставки автоматизированной системы управления технологическим процессом и противоаварийной автоматической защиты.....	
4.3 Основные контура регулирования производства.....	
4.4 Основные блокировки и сигнализации.....	

### КНИГА 5.

- 5.1 Введение. Общие сведения о процессе.....
- 5.2 Секция 200. Синтез 2-ЭГХФ .....
- 5.3 Секция 300. Синтез ЦГХФ .....
- 5.4 Секция 400. Очистки 2-ЭГХФ и ЦГХФ. ....
- 5.5 Секция 500. Синтеза фосгена на основе оксида углерода и хлора.....
- 5.6 Секция 600 Очистка абгазов секций 200,300,400.....
- 5.8 Объекты ОЗХ в составе комплекса.....

#### **КНИГА 6.**

- 6. PFD схемы процесса с указанием перечня и характеристикой потоков.....

#### **КНИГА 7.**

- 7. PFD схема с указанием материала оборудования.....

#### **КНИГА 8.**

- 8. P&ID схема процесса

#### **КНИГА 9.**

- 9. Симуляция процесса. Материальный и тепловой баланс

#### **КНИГА 10.**

- 10. Баланс потребления энергоносителей

#### **КНИГА 11.**

- 11. Список катализаторов и химикатов.

#### **КНИГА 12.**

- 12. Список опасных веществ. Листы безопасности (MSDS).

#### **КНИГА 13.**

- 13. Отходы производства

#### **КНИГА 14.**

- 14. Опросные листы на технологическое оборудование

#### **КНИГА 15.**

- 15. Перечень механического оборудования

#### **КНИГА 16.**

- 16. Перечень электродвигателей

#### **КНИГА 17.**

- 17. Планы расположение оборудования.

#### **КНИГА 18.**

- 18. Перечень трубопроводов.

#### **КНИГА 19.**

19. Руководства по эксплуатации.

### **Сокращения.**

ТЗ – техническое задание

БП – базовый проект

ТУ – технические условия

ТР – технологический регламент

VL – границы установки (battery limited)

ОЛ – опросные листы на оборудование

DCS – дистанционная система управления технологическим процессом, (АСУ ТП)

ПАЗ – противоаварийная автоматическая защита

2-ЭГХФ – 2-этилгексилхлорформиат.

ЦГХФ – циклогексилхлорформиат

ОЗХ – объекты общезаводского хозяйства

SMS – система управления безопасностью (Safety Management System)

HAZOP – процесс детализации и идентификации проблем опасности и работоспособности системы (hazard and operability)

ES – коллектор абгазов синтеза 2-ЭГХФ, после синтеза

CS – коллектор абгазов синтеза ЦГХФ, после синтеза

FS – коллектор абгазов фосгена и хлороводорода, после дегазации

SS – коллектор сбросов при аварийных ситуациях

- PRV – Pentair Pressure Relief Valve, программа расчета ППК, количества сбросов при срабатывании

- EF – Enviromental Factor, принимается в расчетах ППК по программе Pentair Pressure Relief Valve и зависит от наличия и качества изоляции на оборудовании

- Vessel Wall – температура стенки аппарата при пожаре определяется в расчетах по программе Pentair Pressure Relief Valve

- Prompt Fire-Fighting Efforts and Adequate. Drainage Exists – принимается в расчетах ППК по программе Pentair Pressure Relief Valve и зависит от наличия аварийного опорожнения, систем пожаротушения, наличия быстродействующих устройств отсечения блоков

- Calculate Fire Sizing Factor – расчетная температура открытия ППК исходя из температуры стенки 600°C при пожаре

### **Приложения.**

Приложение 1. Техническое задание.

Приложение 2. Расчеты максимальных и номинальных сбросов от ППК.

Приложение 3. Расчеты плотности продуктов при сбросе после ППК, выбор ППК

Расчеты диаметров трубопроводов сбросов от ППК и линий дыхания аппаратов в коллектора различного назначения.

Приложение 6. PFD схемы процесса.

Приложение 7. PFD схемы процесса с материалами.

Приложение 8. P&ID схемы процесса.

Приложение 9. Материальные потоки, тепловые балансы.

Приложение 10. Базовый проект на модульную установку производства фосгена 2.500 т/год «captive production». Руководство по эксплуатации.

Приложении 11. Потребление энергоносителей

Приложение 15. Перечень механического оборудования.

Приложение 16. Перечень и характеристики электродвигателей.

Приложение 18. Перечень трубопроводов.

Приложение 19. Общие рекомендации по технике безопасности при обращении с фосгеном, лучшие промышленные практики и медицинские подходы.

По теме фосгена за истекший период выполнено:

«Производство карбонилхлорида (фосгена). Непрерывный процесс, 20 тыс. т/год. Базовый проект, вариант 3. Технологические решения, расчет оборудования»  
<https://makston-engineering.ru/bazovyy-proyekt-no2-new>

«Фосген и цианистый водород в производстве изоцианатов и цианидов, как «captive production», без конденсации и хранения. Влияние на качество конечной продукции»  
<https://makston-engineering.ru/kontseptualnyy-proyekt-74>

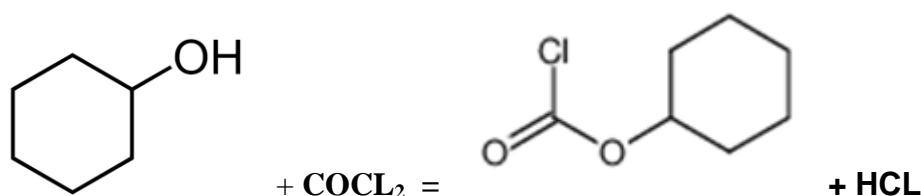
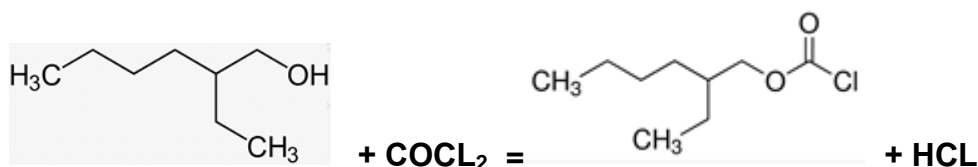
## КНИГА 1.

### 1. Основные проектные решения.

#### 1.1 Введение

Согласно ТЗ, установка для получения 2-этилгексилхлорформиата (2-ЭГХФ) 1.200 т/год и циклогексилхлорформиата (ЦГХФ) 250 т/год находятся в составе производства мономеров для комплекса полиамидов и полиарилатов <https://makston-engineering.ru/kontseptualnyy-proyekt-81new> а также перекиси бензоила из бензоилхлорида и хлорангидридов карбоновых кислот – бензойной, терефталевой и изофталевой.

Получение 2-ЭГХФ и ЦГХФ фосгенирование 2-этилгексанола и циклогексанола в присутствии катализатора определяется уравнениями.



Хлорформиаты используются, как промежуточные продукты для синтеза фармацевтических препаратов, агрохимикатов, перекисных химикатов, инициаторов полимеризации, красителей, карбаматов. Хлорформиаты выпускаемые согласно ТЗ требуются в качестве сырьевых компонентов для дальнейшей переработки в пределах комплекса.

#### 1.2 Общая информация о проекте.

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  
 Certificate of registration on engineering and technical consultancy activities № J4/918/09.06.2023.  
<https://makston-engineering.ru/>

Основной целью БП для производства формиатов путем фосгенирования спиртов являлась выдача технологических решений и расчетов оборудования для промышленной установки периодического действия.

Заказчик получил полную и актуальную информацию о генерации фосгена на основе монооксида углерода и хлора, о решениях по доставке хлора и его подаче в процесс с использованием компенсирующих мероприятий, исключающих хранение.

Заказчик уведомлен, что в проекте будет предусмотрен дополнительный реактор и соответствующая обвязка для выпуска хлорформиатов на основе иных спиртов, кроме 2-этилгексанола и циклогексанола.

Заказчик уведомлен, что согласно ТЗ, расчет модульных генераторов фосгена производится под каждый конкретный продукт или группу продуктов, а именно:

- производство 2-этилгексилхлорформиата и циклогексилхлорформиата <https://makston-engineering.ru/bazovyy-proyekt-no3-new2> что и рассчитывается в настоящем базовом проекте имеют собственный модуль по производству фосгена 1.250 т/год и резервный модуль аналогичной мощности для расширения производства с дополнительной номенклатурой продукции

- производство хлористого бензоила <https://makston-engineering.ru/bazovyy-proyekt-no8-new> имеет один модуль по производству фосгена 1.250 т/год

- производство терефталоилхлорида и изофталоилхлорида <https://makston-engineering.ru/bazovyy-proyekt-no9-new> имеют три модуля по производству фосгена 2.000 т/год каждый

Заказчик уведомлен, что при реализации проекта доставка оксида углерода в баллонах является не рентабельной и потребуются модульный блок генерация оксида углерода паровой конверсией метана работающий непрерывно. Возможны и другие способы синтеза СО с последующим получением фосгена <https://makston-engineering.ru/kontseptualnyy-proyekt-74>

Заказчик уведомлен, что согласно ТЗ, выпускаемые хлорформиаты имеют массовую долю основного вещества не менее 94-95% масс, для получения 2-ЭГХФ с качеством 99% масс, и ЦГХФ 98% масс., что отвечает товарным стандартам, потребуется дополнительная ректификация.

Заказчик получил актуальную информацию, что на основе **КНИГ 1-19**, входящих в состав БП, до этапа строительства установки, проводится анализ технологических рисков. «Предварительный анализ обеспечения безопасности производства» или HAZOP является самостоятельной **КНИГОЙ**. Этот анализ должен проводиться опытным специа-

листом по безопасности процесса на основе подробных описаний технологии, PID-диаграмм, спецификации трубопроводов и оборудования, планов расположения оборудования, описания работы DCS и т.д.

Заказчик уведомлен, что на этапе проектирования проводился систематический поэтапный анализ по обеспечению безопасности для решения всех основных проблем, связанных с технологическим процессом и безопасностью установки, **Приложение 19** «Общие рекомендации по технике безопасности при обращении с фосгеном, лучшие промышленные практики и медицинские подходы».

### 1.2.1 Основные секции и блоки:

#### 1.2.1.1 Секция 100. Хранение сырья, химикатов и готовой продукции:

- 2-этилгексанол, технический. Доставляется в морских танк-контейнерах. Хранение на открытом складе под навесом в объеме месячной потребности. Подача из танк-контейнера в расходную емкость V-32A производится перекачиванием азотом. Объем расходной емкости 25 м<sup>3</sup> хранение под азотом. Подача в процесс насосом P-341A

- циклогексанол, технический. Доставляется в морских танк-контейнерах, имеющих змеевики обогрева. Хранение на открытом складе под навесом в объеме месячной потребности. Подача из танк-контейнера в расходную емкость V-28 производится перекачиванием азотом. Объем расходной емкости 10 м<sup>3</sup> хранение под азотом. Подача в процесс насосом P-342A. Контейнеры хранения, расходная емкость и все трубопроводы обогреваются теплофикационной водой для исключения застывания циклогексанола

- натр едкий чешуированный. Приготовление 20% раствора для санитарных целей производится в емкости V-15 объемом 6.4 м<sup>3</sup>. Подача в циркуляционную емкость V-25A объемом 16 м<sup>3</sup> для санитарной колонны производится насосом P-15.

- хлор жидкий поставляется в танк-контейнерах или малотоннажных контейнерах, 0.85 тонны под давлением. Хранение на открытом складе под навесом в объеме месячной потребности производства фосгена. Блок испарения жидкого хлора включает в себя испаритель (проточный теплообменный аппарат) обогреваемый паровым конденсатом и компрессор подающий испаренный хлор на секцию генерации фосгена. Испарение хлора входит в комплектную поставку генератора фосгена. Аварийные емкости хлора при контейнерной поставке не предусматриваются

- оксид углерода поставляется в малотоннажных контейнерах, 1.25 тонны под давлением. Хранение на открытом складе под навесом. В объеме месячной потребности производства фосгена.



- 2-этилгексилхлорформиат сырец. Хранение под азотом в емкостях V-132A,B объемом 25 м<sup>3</sup> каждая. Температура хранения не выше +15°C, емкости оборудованы змеевиками с циркулирующей захлажденной водой. Подача на смежные производства насосами P-132A,B.

- циклогексилхлорформиат сырец. Хранение под азотом в емкостях V-128A,B объемом 10 м<sup>3</sup> каждая. Температура хранения не выше +15°C, емкости оборудованы змеевиками с циркулирующей захлажденной водой. Подача на смежные производства насосами P-128A,B.

Полные спецификации на сырье и продукцию представлены в **КНИГЕ 3**.

**1.2.1.2 Секция 200**. Синтез и очистка 2-ЭГХФ.

**1.2.1.3 Секция 300**. Синтез и очистка ЦГХФ.

**1.2.1.4 Секция 500**. Синтез фосгена на основе оксида углерода и хлора  $\text{CO} + \text{Cl}_2 = \text{COCl}_2$ , катализатором является активированный уголь. Хранение фосгена не предусматривается, «captive production». Получаемый фосген направляется в процесс через буферные емкости имеющими двойные стенки пространство между которыми постоянно вакуумируется. Все трубопроводы для транспортировки фосгена имеют двойные стенки при постоянном вакуумировании межтрубного пространства.

**1.2.1.5 Секция 600**. Очистка абгазов секций 200,300, 400.

**1.2.1.6. Объекты ОЗХ** входят в состав комплекса, **Раздел 1.1** и включают в себя:

- компримирование воздуха технического, осушку воздуха КиП, производство азота технического

- градирни и водооборот

- очистные сооружения

- производство деминерализованной воды

- производство захлажденной воды до +5°C

- рассольные холодильные установки до **//////////°C**

А также следует смотреть п. 1.4 «Энергоресурсы».

Согласно ТЗ объекты ОЗХ не входят в состав БП, но **все потребности по энергоресурсам выдаются базовым проектировщиком**.

**1.2.2** Основным оборудованием в границах проектирования является:

**1.2.2.1 Секция 200**. Синтез 2-ЭГХФ.

**Реактора R-9/1,2** холодного фосгенирования 2-этилгексанола. Реактора работают в периодическом режиме.

**Реактор R-11** очистки 2-ЭГХФ. Реактор работает в периодическом режиме.

**Конденсаторы E-7/1,2** охлаждаемые рассолом минус 20°C.

В состав **Секции 200** входят дозирочные и сборные емкости, мешалки, насосы, фильтры. Функциональное назначение аппаратов в сокращенном виде представлено в **Главе 2**, а также при описании технологического процесса в **Главе 5**. Опросные листы на это оборудование представлены в **Главе 14**.

#### **1.2.2.2 Секция 300. Синтез ЦГХФ.**

**Реактор R-10** холодного фосгенирования циклогексанола. Реактор работает в периодическом режиме.

**Реактор R-12** очистки ЦГХФ. Реактор работает в периодическом режиме.

**Конденсатор E-8** охлаждаемые рассолом минус 20°C.

**Реактора 19/1,2** (резервные) холодного фосгенирования иных спиртов, кроме 2-этилгексанола и циклогексанола

**Конденсаторы E-19/1.2** (резервные) охлаждаемые рассолом минус 20°C

В состав **Секции 300** входят дозирочные и сборные емкости, мешалки, насосы, фильтры. Функциональное назначение аппаратов в сокращенном виде представлено в **Главе 2**, а также при описании технологического процесса в **Главе 5**. Опросные листы на это оборудование представлены в **Главе 14**.

#### **1.2.2.3 Секция 500. Синтез фосгена на основе монооксида углерода и хлора.**

**Реактора трубчатые R-500/1,2** синтеза фосгена.

#### **1.2.2.4 Секция 600. Очистка абгазов.**

**Скруббер C-12** Горячая нейтрализация фосгена и хлороводорода.

**Скруббер C-13.** Щелочная нейтрализация остатков фосгена.

**Скруббер C-54A (аварийный)** для нейтрализации абгазов сбрасываемых при авариях находится в составе ОЗХ комплекса.

В состав **Секции 600** входят сепараторы, смесители, теплообменники, насосы, фильтры. Функциональное назначение аппаратов в сокращенном виде представлено в **Главе 2**, а также при описании технологического процесса в **Главе 5**. Опросные листы на это оборудование представлены в **Главе 14**.

Функциональное назначение аппаратов в сокращенном виде представлено, **КНИГА 2**, а также при описании технологического процесса, **КНИГА 5**. Опросные листы на оборудование представлены, **КНИГА 14**.

### **1.3 Общие требования к проектированию**

**1.3.1** Все расчеты будут выполнены на эффективное рабочее время **8.400 часов/год**. Количество циклов при этом составляет для синтеза 2-ЭГХФ **//////////** циклов и для ЦГХФ **//////////** циклов. Вся установка и все оборудование будет спроектировано, таким образом, чтобы количество непредвиденных остановок было минимизировано. Запас мощности при проектировании оборудования рассчитывается от 1.200 и 250 т/год, согласно ТЗ. По каждой статической единице оборудования учитываются коэффициенты для нормализации к стандартам, принятым в стране строительства и они не будут ниже указанного запаса.

**1.3.2** Проектировщик страны строительства помимо национальных норм и правил обязан руководствоваться, **Приложение 19**. «Общие рекомендации по технике безопасности при обращении с фосгеном, лучшие промышленные практики и медицинские подходы». Все отступления от **Приложения 19** согласуются с базовым проектировщиком.

**1.3.3** Расчетное давление для оборудования, работающего с давлением до 17.5 бар, устанавливается, как минимум на 10% выше максимального рабочего давления.

**1.3.4** Расчетное давление для оборудования, работающего с давлением выше 17.5 бар, устанавливается, как минимум на 10% выше максимального рабочего давления.

**1.3.5** Расчетное давление для оборудования, работающего под атмосферным давлением, устанавливается, не менее 3 бар.

**1.3.5.1** Оборудование, п. **1.3.3-1.3.5** должно быть рассчитано и на условия полного вакуума. Оборудование проектируется с минимальным количеством соединений, чтобы уменьшить количество потенциальных источников утечек.

**1.3.5.2** Испытание на плотность проводится с использованием тестов на проникновение красителя и утечку гелия.

**1.3.6** Расчетная температура для оборудования устанавливается, как минимум на 20°C выше максимальной рабочей температуры, но не менее температуры окружающего воздуха.

**1.3.7** Генератор фосгена поставляется в блочно-модульном исполнении, фосген выпускается, как «пленный» или «captive production» с учетом следующих факторов:

- выработка фосгена автоматически изменяется в зависимости от потребления в процессе, уменьшение (увеличение) выработки фосгена может изменяться в 15-20 раз и не сказывается на качестве и безопасности

- хранение фосгена полностью исключено

- запуск и остановка осуществляются в течение нескольких минут

- система поточного аналитического контроля и автоматизированная система управления гарантируют качество получаемого фосгена при расходных коэффициентах близких к стехиометрии.

- дополнительная очистка и осушка фосгена при потреблении на месте производства не требуется.

**1.3.8** Все трубопроводы фосгена выполняются с двойными стенками при постоянной циркуляции азота между ними. Детальный инжиниринг трубопроводов с двойными стенками согласовывается с базовым проектировщиком. Монтаж и изготовление выполняется квалифицированным производителем имеющим соответствующие сертификаты.

**1.3.9 Детализация по проектированию и монтажу модуля фосгена, Секция 500. Приложение 10.**

**1.3.10** Склады хранения жидкого хлора не предусматриваются. Объем жидкого хлора на максимально допустимое хранение в танк-контейнерах определяется согласно норм и правил страны строительства.

**1.3.11** Испарение жидкого хлора поставляется в блочно-модульном исполнении с учетом следующих факторов:

- подача жидкого хлора на испарение производится непосредственно из танк-контейнеров, буферная емкость не предусматривается

- объем ресивера испаренного хлора определяется параметрами устойчивой работы компрессора, подающего хлор на синтез фосгена, дополнительные объемы не предусмотрены.

**Внимание!** Все положения БП касающиеся хлора, фосгена и оксида углерода подлежат корректировке в документации стадии «Проект» выполняемой в стране строительства. Все отклонения от технологических решений должны быть согласованы с исполнителем БП, если эти отклонения влекут за собой изменения в технологических параметрах или снижают безопасность процесса.

**1.3.12** Компоновка оборудования должна отвечать требованиям безопасности, удобству обслуживания при эксплуатации и ремонтах, минимально разумной длине трубопроводов и кабельных трасс.

**1.3.13** Все основное динамическое оборудование предусматривается с резервом.

**1.3.14** Для холодильников с использованием оборотной или захоложенной воды, а также рассолов используется байпасирование, что позволяет выводить оборудование в ремонт без остановки процесса.

**1.3.15** Для динамического оборудования используются только электродвигатели, применение паровых турбин не рассматривается.

**1.3.16** Толщина изоляции для оборудования указывается в опросных листах, в **КНИГАХ 14,15**. Для трубопроводов, **КНИГА 18** изоляция указывается только на наличие или отсутствие.

**1.3.17** Уточненные расчеты толщины изоляции для оборудования и полные расчеты для трубопроводов выполняются на стадии «Рабочая документация» выполняемой в стране строительства.

**1.3.18** Для управления технологическим процессом будет применена дистанционная система управления DCS.

**1.3.19** Окончательный механический расчет оборудования в соответствии с требованиями процесса указанные в документации базового проектирования входят в ответственность поставщика оборудования.

**1.3.20** Все емкости под давлением должны быть изготовлены в соответствии со стандартом EN 13445 или нормой ASME. Все емкости, работающие под атмосферным давлением или под давлением до 1 бар должны быть изготовлены в соответствии с API 650. Указанные стандарты приведены в п. 1.7. Изготовитель оборудования и проектировщик выполняющий стадию «Рабочая документация» руководствуется нормами страны строительства.

**1.3.19** Все оборудование, которое указывается в материальном исполнении из графита, сталей Hastelloy, Incoloy, титана, а также с использованием эмалевых покрытий должно изготавливаться квалифицированным производителем имеющим соответствующие сертификаты.

**1.3.20** Материал тарелок или насадки для колонного оборудования, указанный в базовом проекте, должен соблюдаться разработчиком внутренних устройств.

**1.3.21** Материал внутренних устройств реакторного и емкостного оборудования, указанный в базовом проекте, должен соблюдаться разработчиком внутренних устройств.

**1.3.21A** Расчет перемешивающих устройств должен выполняться квалифицированным производителем имеющим соответствующие сертификаты. Все исходные данные для расчета выдаются базовым проектировщиком.

**1.3.21B** Расчет насосов должен выполняться квалифицированным производителем имеющим соответствующие сертификаты. Все исходные данные для расчета выдаются базовым проектировщиком. Используются только герметичные насосы или имеющие магнитные муфты.

**1.3.21C** Расчет трубчатых реакторов должен выполняться квалифицированным производителем имеющим соответствующие сертификаты. Все исходные данные для расчета выдаются базовым проектировщиком.

**1.3.22** Все материалы для оборудования указаны в технологических опросных листах, **КНИГА 14** и обобщены в **КНИГЕ 15**, а также в **КНИГЕ 7** на диаграмме материалов (PFD схема с указанием материала оборудования). Указанные материалы должны использоваться изготовителем оборудования и проектировщиком детального инжиниринга в качестве справочника для определения окончательной спецификации материалов.

**1.3.23** Определение итоговых марок материала входят в ответственность проектировщика детального инжиниринга и поставщика оборудования. Все отклонения, по выбору материала, от технологических опросных листов **КНИГА 14** должны быть согласованы с исполнителем БП, если эти отклонения влекут за собой изменения в технологических параметрах или снижают безопасность процесса.

**1.3.24** Итоговые тепло-гидравлические расчеты для теплообменников, колонн, реакторов указаны в технологических опросных листах, **КНИГА 14** и обобщены в **КНИГЕ 15**. Указанные расчеты должны использоваться изготовителем теплообменников, АВО, колонн и реакторов, а также проектировщиком детального инжиниринга в качестве справочника для определения окончательной нормализации оборудования.

**1.3.25** Детальные тепло-гидравлические расчеты для теплообменников, колонн и реакторов используемый для нормализации входят в ответственность изготовителя оборудования. Все отклонения, по тепло-гидравлическим расчетам, от технологических опросных листов, **КНИГА 14** должны быть согласованы с исполнителем БП, если эти отклонения влекут за собой изменения в технологических параметрах или снижают безопасность процесса.

**1.3.26** Диаметры штуцеров под приборы КиП, а также их расположение на оборудовании в технологических опросных листах, **КНИГА 14** показываются в номинальных размерах, так как в конечном итоге определяются: типом приборов КиП, требованиями по расположению внутренних устройства в аппарате.

**1.3.26.1** Импульсные трубки, мембраны, гильзы, уплотнительные кольца подбираются из материала устойчивого к воздействию фосгена и сопутствующих продуктов.

**1.3.26.2** Прокладки, уплотнения из ПТФЭ адсорбируют фосген и полная дегазация, т.е. обеззараживание невозможна. Утилизация материалов из ПТФЭ должна производиться в пределах секции ремонта КиП.

**1.3.27** Перечень сигнализация и блокировок для объектов, входящих в базовый проект составляется на стадии «Проект» выполняемом в стране строительства. Основой для перечня сигнализаций и блокировок является:

- основные принципы регулирования технологическим процессом, **КНИГА 4**
- описание технологического процесса, **КНИГА 5**
- P&ID схема процесса, **КНИГА 8.**

Все без исключения отклонения от сигнализаций и блокировок, указанных в **КНИГАХ 4, 5 и 8** должны быть согласованы с исполнителем БП.

**1.3.28** Трубопроводы и детали трубопроводов. В объем БП не входят следующие пункты, которые выполняются на стадии «Проект» в стране строительства.

- расчет сбросов ППК на факел или на санитарную колонну
- расчет предохранительных клапанов
- спецификация предохранительных клапанов
- выбор типа теплоносителя для обогрева трубопроводов
- расстановка и тип отсекаелей используемые для разделения на аварийные блоки в соответствии с нормами и правилами страны строительства (отсекающие клапана, которые используются по технологическому алгоритму и для минимизации рисков показываются в БП на PID схемах)

В объем сокращенного БП не входят следующие пункты, которые выполняются на стадии «Рабочая документация» в стране строительства.

- изометрические чертежи трубопроводов, расположение воздушников и дренажей
- расчет термического расширения и напряжения
- спецификация материалов трубопроводов, запорной арматуры и т.д.
- спецификации приборов КиП
- соединительных элементов приборов КиП: бобышки, термокарманы и т.д.
- линии воздуха КиП к приборам, топливо на горелки, вода охлаждающая на пробоотборники и т.д.

**1.3.29** Утилизация твердых отходов (чистка фильтров, шламы, смолистые вещества и т.д.) не входит в состав БП. Эти отходы указываются в таблице по количеству, по месту образования и по рекомендуемому способу утилизации.

**1.3.30** Утилизация жидких отходов не входит в состав БП. Эти отходы указываются в таблице по количеству, по месту образования с пометкой «на очистные сооружения».

## 1.4 Энергоресурсы

- компримирование воздуха технического, осушку воздуха КиП, производство азота технического

- градирни и водооборот
- очистные сооружения
- производство деминерализованной воды
- производство захлажденной воды до +5°C
- рассольные холодильные установки до **/////////°C**

Согласно ТЗ объекты ОЗХ не входят в состав БП, но **все потребности по энергоресурсам выдаются базовым проектировщиком.**

### 1.5 Аварийные сбросы.

Сбросы при срабатывании ППК или авариях, направляются на **Скруббер С-54А (аварийный)** для нейтрализации абгазов и после нейтрализации вредных веществ инерты сбрасываются в атмосферу. Скруббер находится в составе ОЗХ комплекса.

Расчет ППК производился по программе PRV. Программа постоянно обновляется. При расчетах принимались следующие поправки и ограничения:

- EF изменяется от 1.0 до 0.3 и зависит от типа и надежности крепления изоляции. Максимальное значение 1.0 принимается для оборудования без изоляции. Для оборудования по данному проекту принята изоляция обычного типа EF = 0.6

- Prompt Fire-Fighting Efforts and Adequate. Drainage Exists для жидких продуктов. Фактор принимается, как надежный, если имеется аварийное опорожнение, автоматическое пожаротушение, разработаны мероприятия по ликвидации аварийной ситуации. Фактор принимался, как достоверно компенсируемый проектными решениями по аварийному освобождению.

- Prompt Fire-Fighting Efforts and Adequate. Drainage Exists для газовых продуктов. Фактор принимается, как надежный, если имеется изоляция, автоматическое пожаротушение, разработаны мероприятия по ликвидации аварийной ситуации.

- Calculate Fire Sizing Factor температура открытия ППК рассчитывалась исходя из температуры стенки сосуда при пожаре 600°C

#### 1.5.1 Расчеты максимальных и номинальных сбросов от ППК:

Исходные данные для расчетов приведены в **Приложении 2** и включают в себя:

- позиция аппарата
- геометрические размеры аппарата, м
- объем, м<sup>3</sup>



- площадь смоченной поверхности, м<sup>2</sup>
- давление рабочее, бар
- давление срабатывания ППК, бар
- температура для расчета плотности при открытии ППК, °С
- теплота парообразования для жидких продуктов, кДж/кг
- максимальный поток при сбросе ППК, кг/час, по программе PRV
- нормальный поток при сбросе ППК, кг/час, по программе PRV
- эффективная площадь проходного сечения, мм<sup>2</sup>, по программе PRV

#### 1.5.2 Расчеты плотности продуктов при сбросе после ППК, выбор ППК:

Исходные данные для расчетов приведены в **Приложении 3** и включают в себя:

- позиция аппарата и позиция ППК
- молекулярный вес продукта
- плотность продукта при срабатывании ППК, кг/м<sup>3</sup>
- максимальный поток при сбросе ППК, кг/час
- максимальный поток при сбросе ППК, м<sup>3</sup>/час
- номер потока
- давление рабочее, бар
- давление срабатывания ППК, бар
- номинальный диаметр входного и выходного патрубков ППК, мм, при номинальном давлении, бар
- эффективная площадь сечения клапанов для газа, мм<sup>2</sup>, не менее

**1.5.3** Расчеты диаметров трубопроводов сбросов от ППК и линий дыхания аппаратов в коллектора различного назначения. Исходные данные для расчета приведены в **Приложении 4**.

Принципиальная схема сбросов в коллектора:

ES – коллектор абгазов синтеза 2-ЭГХФ, после синтеза

CS – коллектор абгазов синтеза ЦГХФ, после синтеза

FS – коллектор абгазов фосгена и хлороводорода, после дегазации

SS – коллектор сбросов при аварийных ситуациях

Показана на **Схеме 1**.

**Схема 1.**



#### 1.6 Климатические условия.



**1.7 Стандарты и нормы. Единицы измерения. (Стандарты уточняются по процессам, приводятся к нормам и правилам страны строительства).**

№	Оборудование/Системы	Стандарт
1	Сосуды, работающие под давлением	Международные стандарты: AD2000 / EN 13445, ASME, а также: Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности "Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением" и Технический регламент Таможенного Союза "О безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением" (ТР ТС 032/2013).
2	Кожухотрубчатые теплообменные аппараты	Международные стандарты: AD2000 / EN 13445, ASME, а также: Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности "Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением"
3	Материалы	Международные стандарты: ASME или EN, а также: СП 22.13330.2016 Основания зданий и сооружений; СП 16.13330.2017 Стальные конструкции; СП 53-102-2004; СНиП 3.03.01-87; СП 24.13330.2011
4	Трубопроводы	Международные стандарты: ASME или EN, а также: Руководство по безопасности "Рекомендации по устройству и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов"
5	Электрические системы	Международные стандарты: CEI/EC, VDE/IEC, ISO, а также: Правила устройства электроустановок 6 и 7 издание.
6	КИП	ISA (MAC)/IEC/ATEX, <b>ГОСТ 21.408-2013, ГОСТ 21.208-2013.</b>
7	Механическое оборудование	API или стандарт изготовителя, ISO 2858, ISO 5199
8	Изоляция	СП 61.13330.2012 Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов
9	Уровень шума	Руководство МФК по охране окружающей среды, Здоровья и труда (IFC EHS Guidelines), а также: СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки;

№	Оборудование/Системы	Стандарт
		СП 51.13330.2011 Защита от шума. ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности - ИУС 9-2015
10	Безопасность	<p>Директивы ЕС 94/9/ЕС (ATEX), а также:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Федеральный закон 116-ФЗ О промышленной безопасности опасных производственных объектов;</li> <li>- Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности "Правила безопасности нефтегазоперерабатывающих производств";</li> <li>- Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности "Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств"</li> <li>- Федеральный закон 69-ФЗ О пожарной безопасности;</li> <li>- Федеральный закон 123-ФЗ Технический регламент о требованиях пожарной безопасности;</li> <li>- СП 155.13130.2014 Склады нефти и нефтепродуктов. Требования пожарной безопасности;</li> <li>- НПБ 110-03 Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и автоматической пожарной сигнализацией;</li> <li>- НПБ 88-2001 Установки пожаротушения и сигнализации. Нормы и правила проектирования;</li> <li>- Федеральный закон 123-ФЗ Технический регламент о требованиях пожарной безопасности;</li> <li>- СП 2.2.1.1312-03 Гигиенические требования к проектированию вновь строящихся и реконструируемых промышленных предприятий;</li> <li>- СП 2.2.2.1327-03 Гигиенические требования к организации технологических процессов, производственному оборудованию и рабочему инструменту</li> <li>- СП 5.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования;</li> <li>- СП 6.13130.2013 Системы противопожарной защиты. Электрооборудование. Требования пожарной безопасности;</li> <li>- СП 12.13130.2009 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности;</li> <li>- СП 43.13330.2012 Сооружения промышленных предпри-</li> </ul>

№	Оборудова- ние/Системы	Стандарт
		ятий; - СП 56.13330.2011. Производственные здания.
11	Единицы измерения	Международная система единиц (СИ)

## КНИГА 2.

### 2. Принципиальное описание процесса. VFD схема и границы проектирования. Используемое сырье.

#### 2.1 Принципиальные положения технологического процесса.

Целью данной главы является согласование всех принципиальных аспектов, которые необходимы для единого понимания технологического процесса Заказчиком и Исполнителем. Исключение разногласий в границах проектирования, а также двойственной трактовки **Раздела 1.2 Общая информация о проекте.**

- понимание, что незначительные объемы выпуска не снижают потенциальной опасности при работе с фосгеном

- понимание, что хранение хлорформатов требует определенных условий, в том числе и промежуточное в буферных емкостях

- фосген немедленно расходуется на фосгенирование и никогда не хранится

- на предприятии по производству фосгена необходима подробная и строгая система управления безопасностью (SMS), Safety Management System, **Приложение 19** «Общие рекомендации по технике безопасности при обращении с фосгеном, лучшие промышленные практики и медицинские подходы»

- процедуры, инструкции и методы работы с фосгеном должны разрабатываться в сотрудничестве с людьми, которые обязаны им следовать и должны быть изложены в понятной для них форме

- система управления безопасностью должна соответствовать национальным и местным требованиям быть однозначной в терминах и применяемая на практике

- система мониторинга опирается на детекторы фосгена установленные по всей установке и подающие звуковую и оптическую сигнализацию, при ее срабатывании:

- все проверки после нового строительства выполняются только собственным эксплуатационным персоналом

**Детализация по мерам безопасности при эксплуатации модуля фосгена, Секция 500. Приложение 10.**

#### 2.2 Используемое сырье, получаемые полуфабрикаты и готовая продукция

В данной главе указано сырье, вспомогательные материалы и готовая продукция, которые использовались в моделировании материальных и тепловых потоков. Полные спецификации представлены в **КНИГЕ 3.**

##### 2.2.1 Сырье и вспомогательные материалы

- 2-этилгексанол, технический
- циклогексанол, технический
- хлор жидкий
- монооксид углерода
- натр едкий чешуированный

### 2.2.2 Готовая продукция

- 2-этилгесилхлорформиат, сырец для собственного потребления
- циклогексилхлорформиат, сырец для собственного потребления

Хлорформиаты на основе иных спиртов, кроме 2-этилгексанола и циклогексанола.

### 2.3 Принципиальное описание процесса по секциям.

Принципиальное описание предназначено исключительно для общего понимания процесса и обоснования границ проектирования и никак не подменяет собой **КНИГУ 5**.

#### 2.3.1 Секция 100. Хранение сырья, химикатов и готовой продукции:

- 2-этилгексанол, технический. Доставляется в морских танк-контейнерах. Хранение на открытом складе под навесом в объеме месячной потребности. Подача из танк-контейнера в расходную емкость V-32A производится передавливанием азотом. Объем расходной емкости 25 м<sup>3</sup> хранение под азотом. Подача в процесс насосом P-341A

- циклогексанол, технический. Доставляется в морских танк-контейнерах, имеющих змеевики обогрева. Хранение на открытом складе под навесом в объеме месячной потребности. Подача из танк-контейнера в расходную емкость V-28 производится передавливанием азотом. Объем расходной емкости 10 м<sup>3</sup> хранение под азотом. Подача в процесс насосом P-342A. Контейнеры хранения, расходная емкость и все трубопроводы обогреваются теплофикационной водой для исключения застывания циклогексанола

- натр едкий чешуированный. Приготовление 20% раствора для санитарных целей производится в емкости V-15 объемом 6.4 м<sup>3</sup>. Подача в циркуляционную емкость V-25A объемом 16 м<sup>3</sup> для санитарной колонны производится насосом P-15.

- хлор жидкий поставляется в танк-контейнерах или малотоннажных контейнерах, 0.85 тонны под давлением. Хранение на открытом складе под навесом в объеме месячной потребности производства фосгена. Блок испарения жидкого хлора включает в себя испаритель (проточный теплообменный аппарат) обогреваемый паровым конденсатом и компрессор подающий испаренный хлор на секцию генерации фосгена. Испарение хлора входит в комплектную поставку генератора фосгена. Аварийные емкости хлора при контейнерной поставке не предусматриваются

- оксид углерода поставляется в малотоннажных контейнерах, 1.25 тонны под давлением. Хранение на открытом складе под навесом. В объеме месячной потребности производства фосгена.

- 2-этилгексилхлорформиат сырец. Хранение под азотом в емкостях V-132A, В объемом 25 м<sup>3</sup> каждая. Температура хранения не выше +15°C, емкости оборудованы змеевиками с циркулирующей захлажденной водой. Подача на смежные производства насосами P-132A, В.

- циклогексилхлорформиат сырец. Хранение под азотом в емкостях V-128A, В объемом 10 м<sup>3</sup> каждая. Температура хранения не выше +15°C, емкости оборудованы змеевиками с циркулирующей захлажденной водой. Подача на смежные производства насосами P-128A, В.

### 2.3.2 Секция 200. Синтез и очистка 2-ЭГХФ.

2.3.2.1 Подача 2-этилгексанола в реактора фосгенирования R-9/1,2 производится через мерные емкости V-9/1,2. Подача в мерные емкости производится насосом P-341A из расходной емкости V-32A. Реактора перед подачей сырья продуваются азотом.

2.3.2.2 Подача свежего фосгена в реактора фосгенирования R-9/1,2 производится из демфера D-5 по перепаду давления через расходомер 200-FIC-200 и регулирующий клапан 200-FV-200. Коллектор ES подключен до приема фосгена.

2.3.2.3 Реактора R-9/1,2 синтеза 2-ЭГХФ представляют собой **////////// м<sup>3</sup>** каждый. Работа реакторов налаживается таким образом, чтобы один из них работал в начале цикла, а второй на завершении. Реактора оборудованы **мешалками //////////**, имеют рубашки охлаждения с использованием рассола **//////////°C**. Перед приемом сырья реактора захлаживаются до температуры **не //////////°C**. При приеме сырьевых компонентов температура в реакторах **минус //////////°C**. Давление 0.5 бар в реакторах поддерживается азотом через клапанную сборку клапан 200-PV-203 работает на подаче азота, а клапан 200-PV-203A на сбросе азота в коллектор ES и далее на санитарную очистку, работа регулирующих клапанов по прибору 200-PIC-203 установленному по верху реактора R-9/1. Для реактора R-9/2 клапанная сборка 200-PV-204 и 200-PV-204A и прибор по давлению в реакторе 200-PIC-204.

2.3.2.4 Перед подачей сырья в реактора должны быть подключены конденсаторы E-7/1,2 охлаждаемые рассолом **////////°C для** конденсации фосгена из абгазов. Конденсат сливается в буферную емкость V-15 **//////// м<sup>3</sup>**, охлаждаемую рассолом **////////°C**. По мере набора уровня, фосген передавливается азотом в один из реакторов, при этом количест-

во свежего фосгена уменьшается на количество поданного рецикла. Не сконденсировавшиеся продукты подаются в коллектор ES и далее на санитарную очистку в скрубберы С-12,13, **Секция 600.**

**2.3.2.5** Свежий фосген загружается в два приема, см. п. **2.3.2.2.** После первой загрузки **////////// загрузка** в том же объеме.

**2.3.2.6** Загрузка 2-этилгексанола также производится в два приема, см. п.**2.3.2.1.** При подаче 2-этилгексанола из мерной емкости в реактор, дистанционно в ручном режиме приоткрывают регулирующий клапан и **////////// емкости.** При отсутствии завышения температуры в реакторе, сигнализация срабатывает при 0°C, а блокировка на закрытие регулирующего клапан при плюс 5°C, продолжают **////////// л.**

**2.3.2.7** Время пребывания в реакторе после приема сырья **////////// бар.**

**2.3.2.8** Циркуляция реакционной массы в каждом из реакторов осуществляется насосами Р-91А,В и Р-92А,В через холодильники Е-9/1,2 охлаждаемые рассолом с температурой **//////////°С.** Регулирование температуры в реакторе Е-9/1 производится регулирующим клапаном 200-TV-201 установленном на байпасе потока с нагнетания насоса помимо теплообменника, работа регулирующего клапана по прибору 200-TIC-201 установленному на 1/3 высоты реактора. Для реактора R-9/2 клапанная сборка 200-TV-202 по прибору 200-TIC-202 установленному на 1/3 высоты реактора.

**2.3.2.9** Реакционная масса после R-9/1,2 сливается в реактор дегазации R-11, для отдувки фосгена и хлороводорода. Реактор R-11 представляет собой **////////// м<sup>3</sup>. Реактор** оборудован мешалкой **//////////. имеет** рубашки охлаждения с **использованием //////////////°С.** Продувка реакционной массы в коллектор FS производится азотом с давлением не более 0.6 бар. Продувка заканчивается при содержании фосгена **в ///////////////%** масс.

**2.3.2.10** Температура реакционной массы при продувке не более +15°C. В летнее время, когда температура азота может достигать +30°C **в //////////////°С.** В **зимнее** время азот подогревается электроподогревателем. Расход азота регламентируется временем продувки, которое не может превышать время реакции и уносом капельной жидкости из реактора дегазации.

**2.3.2.11** Очистка абгазов приведена в **Секции 600.**

**2.3.3 Секция 300.** Синтез и очистка ЦГХФ.

**2.3.3.1** Подача циклогексанола в реактор фосгенирования R-10 производится через мерную емкость V-10. Подача в мерную емкость производится насосом Р-342А из расходной емкости V-28. Реактор перед подачей сырья продувается азотом.



**2.3.3.2** Подача свежего фосгена в реактор фосгенирования R-10 производится из демпфера D-5 по перепаду давления через расходомер 200-FIC-205 и регулирующий клапан 200-FV-205. Коллектор CS подключен до приема фосгена.

**2.3.3.3** Реактор R-10 синтеза ЦГХФ представляет собой **////////// м<sup>3</sup>**. Реактор оборудован **//////////**, имеет рубашку охлаждения с использованием **//////////°С**. Перед приемом сырья реактора захлаживаются до температуры **не //////////////°С**. При приеме сырьевых компонентов **//////////°С**. Давление 0.5 бар в реакторе поддерживается азотом через клапанную сборку клапан 200-PV-213 работает на подаче азота, а клапан 200-PV-213А на сбросе азота в коллектор CS и далее на санитарную очистку. Работа регулирующих клапанов по прибору 200-PIC-213 установленному по верху реактора R-10.

**2.3.3.4** Перед подачей сырья в реактор подключается конденсатор E-8 охлаждаемый **рассолом //////////////°С**, для конденсации фосгена из абгазов. Конденсат сливается в буферную емкость V-16 **////////// м<sup>3</sup>**, охлаждаемую **рассолом //////////////°С**. По мере набора уровня, фосген передавливается азотом в реактор, при этом количество свежего фосгена уменьшается на количество поданного рецикла. Не сконденсировавшиеся продукты подаются в коллектор CS и далее на санитарную очистку в скрубберы C-12,13, **Секция 600**.

**2.3.3.5** Свежий фосген **загружается в ////////////// л**.

**2.3.3.6** Загрузка циклогексанола производится очень медленно, см. **п.2.3.3.1**. При подаче циклогексанола из мерной емкости в реактор, дистанционно **в ////////////// л**, **контролируя** количество по уровню в дозировочной емкости. При отсутствии завышения температуры в реакторе, сигнализация **срабатывает //////////////°С**, а блокировка на закрытие регулирующего клапан при плюс 2°С, **//////////**.

**2.3.3.7** Время пребывания в реакторе после приема **сырья ////////////// бар**.

**2.3.3.8** Циркуляция реакционной массы осуществляется насосом P-101A,B через холодильник E-10 охлаждаемый **рассолом //////////////°С**. Регулирование температуры в реакторе E-10 производится регулирующем клапаном 200-TV-211 установленном на байпасе потока с нагнетания насоса помимо теплообменника, работа регулирующего клапана по прибору 200-TIC-211 установленному на 1/3 высоты реактора.

**2.3.3.9** Реакционная масса после R-10 сливается в реактор дегазации R-12, для отдувки фосгена и хлороводорода. Реактор R-12 представляет **////////// м<sup>3</sup>**. Реактор оборудован **//////////**. имеет рубашки охлаждения с **//////////°С**. Продувка реакционной массы в коллектор FS производится азотом с давлением не более 0.6 бар. Продувка заканчивается при содержании **//////////%** масс.

**2.3.3.10** Температура реакционной массы при продувке не более +20°C. В летнее время, когда температура азота может достигать +30°C в рубашку **дегазатора //////////////°C**. В зимнее время азот подогревается электроподогревателем. Расход азота регламентируется временем продувки, которое не может превышать время реакции и уносом капельной жидкости из реактора дегазации.

**2.3.3.11** Очистка абгазов приведена в **Секции 600**.

**2.3.4 Секция 500.** Синтеза фосгена на основе монооксида углерода и хлора.

Базовый проект на модульную установку производства фосгена 2.500 т/год «captive production», **Приложении 10**.

Фосген выпускается, как «пленный» или «captive production», подача от генерации в трубчатых реакторах **R-500/1,2** до потребления исчисляется первыми десятками метров и любая форма хранения исключена, а также см. п. **1.2.1.4**.

Основные особенности используемого модуля для производства фосгена заключаются в следующем:

- выработка фосгена может автоматически изменяться в 15 раз в зависимости от потребления в процессе

- хранение фосгена полностью исключено. Получаемый фосген направляется в процесс через демпфер D-5 имеющий двойные стенки, пространство между которыми постоянно вакуумируется. Все трубопроводы для транспортировки фосгена так же имеют двойные стенки при постоянном вакуумировании межтрубного пространства.

- запуск и остановка осуществляются в течение нескольких минут

- модули **R-500/1,2** имеют производительность 1.250 т/год. каждый

Монооксид углерода и хлор дозируются, смешиваются и подаются в реактор заполненный катализатором (активированный уголь), система аналитического контроля и управления гарантирует максимальный выход и отсутствие конденсации. Дополнительная очистка и осушка фосгена при потреблении на месте производства не требуется.

**Детализация по параметрам режима при эксплуатации модуля фосгена, Секция 500. Приложение 10.**

**2.3.5 Секция 600.** Очистка абгазов.

**2.3.5.1** Абгазы после реактора дегазации R-12 по коллектору FS подаются на **Секцию 600** сначала в Скруббер C-12 горячей нейтрализации фосгена, а затем в Скруббер C-13 щелочной нейтрализации фосгена. Скруббер C-12 орошается горячей водой с тем-

пературой 70-80°C, расходом до 3-5 м<sup>3</sup>/час. Абгазы с верха скруббера С-12 состоящие из унесенных паров воды и очень незначительных количеств (сотые доли %) фосгена подаются в нижнюю часть скруббера С-13, который орошается 2-10% раствором едкого натра с температурой не более 80°C. Азот с верха скруббера С-13 сбрасывается в атмосферу через свечу, контроль на содержание остаточного фосгена ведется постоянно поточным анализатором, при завышении концентрации фосгена более 10 мг/м<sup>3</sup> сброс в атмосферу прекращается и поток направляется в коллектор сбросов при аварийных ситуациях SS м далее в Скруббер С-54А (аварийный) для нейтрализации абгазов сбрасываемых при авариях находится в составе ОЗХ комплекса.

**2.3.5.2** Циркуляция горячей воды по скрубберу С-12 поддерживается насосом Р-112А,В, циркуляция производится через пароперегреватель. рН циркулирующей воды поддерживается подачей раствора едкого натра насосом Р-113А,В, который осуществляет циркуляцию щелочи по скрубберу С-13. При повышении содержания солей часть циркулирующей воды сбрасывается в химзагрязненную канализацию комплекса и производится подпитка свежей горячей водой.

**2.3.5.3** Циркуляция щелочного раствора по скрубберу С-13 поддерживается насосом Р-113А,В из емкости V-25А, циркуляция производится через пароперегреватель. При снижении концентрации едкого натра, с образованием хлоридов и карбонатов некоторая часть с куба скруббера, сливается в коллектор химзагрязненной канализации комплекса через гидрозатвор и производится подпитка свежим щелочным раствором.

## **2.4 Расходные коэффициенты по секциям 200,300, 500, 600.**

Представленные расходные коэффициенты предназначены для общего понимания процесса и никак не подменяет собой **КНИГУ 9** уточненного материального и теплового балансов.

### **2.4.1 Секция 500, 600 синтеза фосгена (расходы на 1 т фосгена).**

Оксид углерода, кг 289-305

Хлор, кг 711

Едкий натр, кг 5% раствор 0.7 (нормальная эксплуатация)

Катализатор, кг 0.1

Вода оборотная, м<sup>3</sup> //

Вода обессоленная, м<sup>3</sup> 0.001

Воздух КиП, нм<sup>3</sup>/час //

Азот, нм<sup>3</sup>/час //

Электроэнергия, кВт\*час // или кВт // (нормальная эксплуатация)

Электроэнергия, кВт // (аварийный режим)

#### 2.4.2 Секция 200 синтез и очистка 2-ЭГХФ (расход на 1 т 2-ЭГХФ)

Фосген //

2-этилгексанол //

#### 2.4.3 Секция 300 синтез и очистка ЦГХФ (расход на 1 т ЦГХФ)

Фосген //

Циклогексанол //

### 2.5 Технологические границы и границы проектирования.

Технологические границы и границы проектирования совпадают и ограничиваются:

- граница по сырью: секущая арматура на эстакадах по входу на Секции **100,200,300,500,600**

- граница по готовым продуктам: секущая арматура на эстакадах по выходу от Секции **100**

Азот, водяной пар, рассолы, вода оборотная и захлаженная, сточные воды по секущая арматуре на границах Секций **200,300,500,600**.

### 2.6 Принципиальная BFD схема процесса с границами проектирования и рецикловыми потоками.

Схема 2.





**КНИГА 3.****3. Спецификация сырья, химикатов и готовой продукции.****2-ETHYLHEXANOL**

Formula:  $C_8H_{18}O$  /  $CH_3(CH_2)_3CH(CH_2CH_3)CH_2OH$

Molecular mass: 130.2

Boiling point: 182°C

Melting point: <-76°C

Relative density (water = 1): 0.83

Solubility in water, g/100ml at 20°C: 0.11 (poor)

Vapour pressure, Pa at 20°C: 48

Relative vapour density (air = 1): 4.5

Flash point: 73°C c.c.

Auto-ignition temperature: 270°C

Explosive limits, vol% in air: 0.88-9.7

Relative density of the vapour/air-mixture at 20°C (air = 1): 1.00

Viscosity: 12,0 mm<sup>2</sup>/s at 20°C

Octanol/water partition coefficient as log Pow: 2.3-3.1

**CYCLOHEXANOL**

Formula:  $C_6H_{11}OH$

Molecular mass: 100.2

Boiling point: 161°C

Melting point: 23°C

Relative density (water = 1): 0.96

Solubility in water, g/100ml at 20°C: 4

Vapour pressure, kPa at 20°C: 0.13

Relative vapour density (air = 1): 3.5

Relative density of the vapour/air-mixture at 20°C (air = 1): 1.00

Flash point: 68°C c.c.

Auto-ignition temperature: 300°C

Explosive limits, vol% in air: 2.4-12

Octanol/water partition coefficient as log Pow: 1.2

### **CARBON MONOXIDE**

CO Min. 98.5 % vol.

N<sub>2</sub> Max. 1.4 % vol.

CH<sub>4</sub> Max. 20 ppm vol.

O<sub>2</sub> Max. 0.1 % vol.

H<sub>2</sub> Max. 0.4 % vol.

Water Max. 50 ppm vol.

### **CHLORINE (LIQUEFIED)**

Chlorine Min. 99.6 % vol.

Moisture Max. 40 ppm wt.

### **SODIUM HYDROXIDE, NAOH**

NaOH 50 % wt.

Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> Max. 4000 ppm wt.

NaCl Max. 15 ppm wt.

Fe Max. 2 ppm wt.

Hg Max. 0.05 ppm wt.

Water **Balance.**

### **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 SO<sub>2</sub>) Max. 0.0039% wt.

Non-volatile Max. 0.0005% wt.

Normally appears as a clear, pale yellow liquid.

### **2-ЭТИЛГЕКСИЛХЛОРФОРМИАТ, СЫРЕЦ, СОБСТВЕННОЕ ПОТРЕБЛЕНИЕ**

Внешний вид Подвижная прозрачная жидкость светло-жёлтого цвета

Цветность, АРНА	н/б 20
Массовая доля основного вещества, %	н/м 95.0
Плотность при температуре 20°C, г/см <sup>3</sup>	0,970-0,990
Массовая доля фосгена, %,	н/б 0,2
Массовая доля хлористого водорода, %,	н/б 0,2
Массовая доля спиртов, %,	н/б 1.0

### 2-ETHYLHEXYL CHLOROFORMATE, ТОВАРНЫЙ (дополнительная ректификация сырца)

SALES SPECIFICATION	
APPEARANCE	clear liquid
ASSAY	99.0% min
COLOR, APHA	20 max
HCl	0.05% max
PHOSGENE	0.1% max
IRON	1 ppm max
CARBONATE	0.5% max
ALCOHOL	0.5% max
TRANSPORTATION	
PACKING	190kgs in drum
HAZARD CLASS	6.1 (Packing Group: II)
UN NO.	2748

### ЦИКЛОГЕКСИЛХЛОРФОРМИАТ, СЫРЕЦ, СОБСТВЕННОЕ ПОТРЕБЛЕНИЕ

Внешний вид Подвижная прозрачная жидкость, бесцветная

Цветность, АРНА	н/б 50
Массовая доля основного вещества, %	н/м 95.0
Плотность при температуре 20°C, г/см <sup>3</sup>	1,115-1,130
Массовая доля фосгена, %,	н/б 0,2
Массовая доля хлористого водорода, %,	н/б 0,5
Массовая доля спиртов, %,	н/б 1.0

### CYCLOHEXYLFORMATE, ТОВАРНЫЙ (дополнительная ректификация сырца)

SALES SPECIFICATION	
APPEARANCE	clear liquid
ASSAY	98.0% min
ACIDITY	0.5% max
COLOR, APHA	50 max
PHOSGENE	0.2% max
ALCOHOL	0.6% max



TRANSPORTATION

PACKING	200kgs in drum
HAZARD CLASS	3 (Packing group: II)
UN NO.	2407, 3286

**КНИГА 4.****4. Основные принципы регулирования и управления процессом****4.1 Введение**

**4.1.1** Управление процессом получения хлорформатов невозможно без использования автоматизированной системы управления технологическим процессом. Безопасность процесса обеспечивается противоаварийной автоматической защитой.

**4.1.2** Время цикла опроса модуля ЦПУ РСУ составляет 1 сек.

**4.1.3** Время цикла опроса модуля ЦПУ ПА3 составляет 250 мсек

**4.1.2** Сигналы от всех полевых контрольно-измерительных приборов поступают на центральный пульт АСУТП и ПА3 расположенный за пределами к.

**4.1.4** Полевые контрольно-измерительные приборы имеют, как электрическое питание, так и воздухом КиП.

**4.1.5** Регулирующие клапана прямого или обратного действия выбираются на основе выбранного алгоритма управления для минимизации погрешности между измеренным и заданным значением.

**4.1.6** Отсекающие клапана (отсекатели) в базовом проекте выбираются на основе выбранного алгоритма управления для минимизации технологических рисков.

**4.1.7** Отсекающие клапана (отсекатели) используемые для разделения на блоки, в соответствии с нормами и правилами страны строительства, выбираются и расставляются проектировщиком выполняющим стадию «Проект».

**4.1.8** Производство фосгена и испарение хлора имеют собственные блоки управления, но дублируются и на DCS.

**4.1.9** Параметры влияющие на безопасность процесса от Секции **100** со складов хранения сырья и готовой продукции должны быть выведены на DCS.

**4.1.10** На схемах PID в наименовании для каждого прибора добавляется префикс: 100 – для Секции 100, 200 – для Секции 200, и так далее.

**4.1.11** Система блокировок и сигнализаций обеспечивает технологические требования безопасной эксплуатации. Полная система блокировок и сигнализаций, включая систему обнаружения пожара и загазованности, может быть применена в соответствии со стандартами страны строительства на стадии «Проект».

**4.1.12** Основные контура регулирования процесса приведены в п. **4.3**, а также основные блокировки и сигнализации приведены в п. **4.4**. Перечень документации необходимой для проектирования и поставки DCS приведен в п. **4.2**.

#### 4.2 Исходные данные необходимые для проектирования и поставки DCS:

- Технологический регламент и технологические инструкции
- Альбом монтажно-технологических схем

**- Описание алгоритмов (контуров управления и регулирования) технологическим процессом включая блокировки и сигнализации**

- Логические диаграммы
- Функциональные схемы автоматизации (диаграммы P&ID, эскизы мнемосхем)
- Перечень входных и выходных сигналов
- Перечень цепей ввода-вывода с указанием позиционных обозначений, шкал, описаний, уставок, предохранительных устройств и т.д., с разбивкой на подсистемы
- Интерфейсы и протоколы обмена со смежными подсистемами, перечень данных интерфейсного обмена
- Электрические схемы подключения исполнительных механизмов, таблицы внешних соединений и подключений
- Схемы электрические принципиальные управления электроприводами, задействованными в DCS
- Схемы электрические подключения силового оборудования, требования к источникам бесперебойного электропитания, перечень оборудования, требующего бесперебойного электропитания, схемы внешних соединений и подключений этого электрооборудования
- Схемы электроснабжения DCS
- Планы аппаратной и операторной включая оборудование DCS
- Кабельный журнал от полевого оборудования до кроссовых шкафов DCS
- Требования к построению графики (цветовые, поведенческие решения)
- Скриншоты видеокладов модернизируемой системы (если применимо)
- Архитектура системы управления
- Архитектура сети (требования к IP-адресации, требования по подключению во внешнюю заводскую сеть, если применимо)
- Требования к формированию отчетов. Формы отчетов
- Перечень приборов КИП и А
- Другие документы, описывающие дополнительные требования к построению логики, организации доступа сети и т.д.

**Формирование данного пакета исходных данных не входит в состав базового проекта, за исключением предусмотренных ТЗ.**

**4.3 Основные контура регулирования используемые при составлении PID схем.**

**4.3.1 Секция 200.** Синтез 2-ЭГХФ

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

**4.3.2 Секция 300.** Синтез ЦГХФ

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

**4.3.3 Секция 400.** Очистки 2-ЭГХФ и ЦГХФ

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

**4.3.4 Секция 500.** Синтеза фосгена на основе оксида углерода и хлора

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

**4.3.5 Секция 600** Очистка абгазов секций 200,300,400

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

**4.4 Основные блокировки и сигнализации используемые при составлении PID схем.**

**4.4.1 Секция 200.** Синтез 2-ЭГХФ

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

**4.4.2 Секция 300.** Синтез ЦГХФ

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

**4.4.3 Секция 400.** Очистки 2-ЭГХФ и ЦГХФ

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

**4.4.4 Секция 500.** Синтеза фосгена на основе оксида углерода и хлора

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

**4.4.5 Секция 600** Очистка абгазов секций 200,300,400

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

**КНИГА 5 является необходимой и достаточной, как справочное руководство при детальном (рабочем проектировании) для выпуска PID схем, для составления «Руководства по эксплуатации», для выпуска «Технологического Регламента».**

**5. Описание технологического процесса получения хлорформиатов**

**Введение.** Общие сведения о процессе.

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

**5.1 Секция 200.** Синтез 2-ЭГХФ

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

**5.2 Секция 300.** Синтез ЦГХФ

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

**5.3 Секция 400.** Очистки 2-ЭГХФ и ЦГХФ

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

**5.4 Секция 500.** Синтеза фосгена на основе оксида углерода и хлора

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

**5.5 Секция 600** Очистка абгазов секций 200,300,400

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

**КНИГА 6.****6. PFD схемы процесса с указанием перечня потоков.**

Все графические материалы являются приложениями и не включаются в основную книгу базового проекта. PFD схемы процесса являются **Приложением 6** в редактируемом и не редактируемом форматах.

При составлении PID схем являющихся графическим приложением для **КНИГИ 8** необходимо руководствоваться п. **4.1.10** при нумерации приборов КиП.

**КНИГА 7.****7. PFD схема с указанием материала оборудования.**

Все графические материалы являются приложениями и не включаются в основную книгу базового проекта. PFD схемы с указанием материала являются **Приложением 7** в редактируемом и не редактируемом форматах.

Материалы оборудования, указанные на схеме, рассматривается совместно с опросными листами на оборудование **КНИГА 14**.

**КНИГА 8.****8. P&ID схема процесса.**

Все графические материалы являются приложениями и не включаются в основную книгу базового проекта. P&ID схемы процесса являются **Приложением 8** в редактируемом и не редактируемом форматах.

**КНИГА 9.****9. Симуляция процесса. Материальные потоки и тепловой баланс.**

Все графические материалы являются приложениями и не включаются в основную книгу базового проекта. Материальные потоки, тепловые балансы являются **Приложением 9** в редактируемом формате.

## **КНИГА 10.**

### **10. Баланс потребления энергоносителей**

Потребление энергоносителей для каждой секции и по каждой позиции энергопотребляющего оборудования приведено в Приложении 11.

## **КНИГА 11**

### **11. Список катализаторов и химикатов.**

11.1 Характеристики катализатора для производства фосгена, **Приложение 10.**

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

11.2 Используемые химикаты для процессов фосгенирования

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

## **КНИГА 12**

### **12. Список опасных веществ. Листы безопасности (MSDS).**

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

## **КНИГА 13**

### **13. Отходы производства**

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

## **КНИГА 14.**

### **14. Опросные листы на технологическое оборудование.**

Все графические материалы являются приложениями в основную книгу базового проекта. Опросные листы на оборудование включены:

- Приложение 14.1 – емкости, деканторы, сепараторы, резервуары
- Приложение 14.2 – насосное оборудование
- Приложение 14.3 – теплообменное оборудование
- Приложение 14.4 – аппараты воздушного охлаждения
- Приложение 14.5 – компрессорное оборудование
- Приложение 14.6 – мешалки

- Приложение 14.7 – колонна фракционирования, скрубберы и стрипперы
- Приложение 14.8 – фильтры
- Приложение 14.9 – смесители
- Приложение 14.10 – экстракторы и шнековые промыватели
- Приложение 14.11 – оборудование для создания вакуума

## **КНИГА 15.**

### **15. Перечень механического оборудования**

Перечень и характеристики оборудования по **Приложениям 14.1 – 14.11** сведены общую таблицу выпущенную, как **Приложение 15**.

## **КНИГА 16**

### **16. Перечень электродвигателей**

Перечень и характеристики электродвигателей сведены общую таблицу выпущенную, как **Приложение 16**.

## **КНИГА 17**

### **17. Планы расположение оборудования.**

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

## **КНИГА 18**

### **18. Перечень трубопроводов.**

Перечень и характеристики трубопроводов сведены общую таблицу выпущенную, как **Приложение 18**.

## **КНИГА 19.**

### **19. Руководства по эксплуатации.**