

AFINA CHEMISTRY BASIC DESIGN S.R.L.

afinachem.design@gmail.com

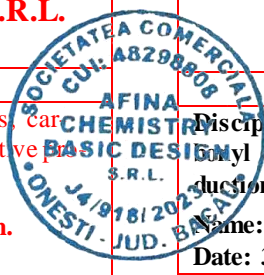
MASTER

Discipline: PROCESS Modular phosgene generators, carbonyl chloride, phosgene is gaseous, phosgene «captive production», phosgene «on demand»

Name: Alexander.gadetskiy@inbox.lv

Date: 30.01.2025

Sign.



ООО «ЭНКИ-АФИНА»

Специальная химия.

MASTER

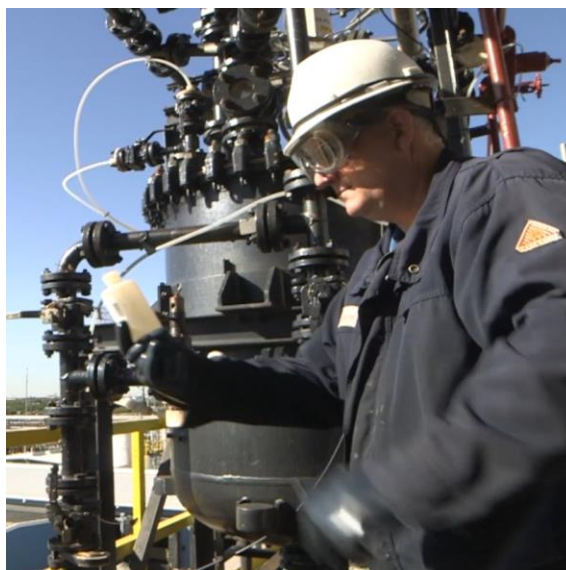
Discipline: PROCESS: Modular phosgene generators, carbonyl chloride, phosgene is gaseous, phosgene «captive production», phosgene «on demand»

Name: enkyafina@gmail.com

Date: 30.01.2025

Sign.

Производство фосгена, 3.000 т/год. Периодический процесс с конденсацией. Базовый проект, вариант 3. Технологические решения, расчет оборудования.



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/>

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 Сбросы при нормальном ведении режима и аварийных ситуациях.....
- 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 процесса.....
- 2.5 Технологические границы и границы проектирования.....
- 2.6 Принципиальная BFD схема процесса

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, используемые при составлении PID схем.....
- 4.4 Основные блокировки и сигнализации, используемые при составлении PID схем.....

КНИГА 5.

- 5.1 Введение. Общие сведения о процессе.
- 5.2 Секция 500. Смещения сырья и генерация фосгена.
- 5.3 Секция 500А. Конденсация фосгена.
- 5.4 Секция 500В. Абсорбционная очистка эмиссий.

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.....

Ссылка на Вариант №3 базового проекта, расчет процесса и оборудования

<https://enky-afina.ru/bazovyj-3>

Сокращения

ТЗ – техническое задание

ТУ – технические условия

ТР – технологический регламент

BL – границы установки (battery limited)

БП – базовый проект

ОЛ – опросные листы на оборудование

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

ПАЗ – противоаварийная автоматическая защита

ОЗХ – объекты общезаводского хозяйства

SMS – система управления безопасностью (Safety Management System)

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

SV – коллектор потенциально чистых сбросов при нормальном ведении технологического режима

SS – коллектор фосген содержащих сбросов при аварийных ситуациях и срабатывании ППК

QB – коллектор химзагрязненных сточных вод

QC – коллектор чистых (ливневых) сточных вод

ППК – пружинные предохранительные клапана

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

- EF – Environmental 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 6. PFD схемы процесса.

Приложение 7. PFD схема с указанием материала трубопроводов (материал для оборудования, **КНИГА 14**).

Приложение 8. P&ID схемы процесса.

Приложение 9. Материальные потоки, тепловые балансы.

Приложение 10. Общие рекомендации по технике безопасности при обращении с фосгеном, лучшие промышленные практики и медицинские подходы.

Приложение 10А. Общие рекомендации по технике безопасности при обращении с жидким фосгеном при хранении и отгрузки в ж/д цистерны, танк-контейнеры и баллоны.

Приложении 11. Потребление энергоносителей.

Приложение 14. Опросные листы на технологическое оборудование, **КНИГА 14.**

Приложение 15. Перечень механического оборудования.

Приложение 16. Перечень и характеристики электродвигателей.

Приложение 18. Перечень трубопроводов.

Приложение 19. Руководство по эксплуатации.

КНИГА 1.

1. Основные проектные решения.

1.1 Введение

1.1.1 Техническое задание (ТЗ) определяет периодический процесс производства фосгена 3.000 т/год. Аппаратурное оформление основывается на стандартном реакторном оборудовании емкостного типа с катализатором в слое. Решения, представленные в базовом проекте (БП) не предполагают каких-либо пилотных доработок.

1.1.2 Ранее выполненные работы, относящиеся к фосгену и (или) фосгенированию:

1.1.2.1 «Обзор технологий фосгенирования (хлорангидриды, хлорформиаты, карбоматы, карбонаты, изоцианаты, замещенные мочевины, диарилкетоны)» <https://enky-afina.ru/konceptualnii-proekt-n1k>

1.1.2.2 «Фосген и цианистый водород в производстве изоцианатов и цианидов, как «captive production», без конденсации и хранения. Влияние на качество конечной продукции» <https://enky-afina.ru/konceptualnii-proekt-n3k>

1.1.2.3 Производство карбонилхлорида (фосгена). Непрерывный процесс, 20 тыс. т/год. Базовый проект, вариант 3 (сокращенный). Технологические решения, расчет оборудования <https://enky-afina.ru/bazovyj-proekt-n10>

1.1.2.4 «Создание технологических реплик и адаптация технологий ПИЦ и МДИ применительно к современным аналогам. Концептуальный анализ» <https://enky-afina.ru/konceptualnii-proekt-n10k>

1.1.2.5 «Производство полиизоцианата (ПИЦ) или сырого полимерного МДИ. Непрерывный процесс 40 тыс. т/год. Базовый проект, вариант 3 (сокращенный). Технологические решения, расчет оборудования» <https://enky-afina.ru/bazovyj-proekt-n13>

1.1.2.6 «Производство МДИ 80 тыс. т/год. Мономерный МДИ и обогащенный изомерами (2,2+2,4) и 4,4, уретонимин изоцианатная композиция, низко, средне и высокофункциональный полимерный МДИ. Базовый проект, вариант 3 (сокращенный). Технологические решения, расчет оборудования» <https://enky-afina.ru/bazovyj-proekt-n23>

1.1.2.7 Концептуальный проект комплекса по производству мономеров для полиамидов и полиарилатов <https://enky-afina.ru/konceptualnii-proekt-n7k>

1.1.2.8 Исходные данные к базовому проекту на производство мономеров для сложных ароматических полиэфиров (полиарилатов) <https://enky-afina.ru/konceptualnii-proekt-n8k>

1.1.2.9 Исходные данные к базовому проекту на производство мономеров для ароматических полиамидов (полиарамидов) <https://enky-afina.ru/konceptualnii-proekt-n9k>

1.1.2.10 Содержание аудита и анализа технологических рисков (HAZOP). Техника безопасности при обращении с фосгеном, лучшие промышленные практики и медицинские подходы <https://enky-afina.ru/audity-hazop>

1.1.3 Под давлением законодательства, в некоторых странах, перспективы жидкого фосгена сведены к нулю, как и его транспортировка. В тоже время, достаточное количество стран не испытывает панического страха перед фосгеном, а использует разумные и жесткие меры безопасности, при этом допуская и конденсацию, и хранение, и транспортировку. Законодательство может запретить транспортировку фосгена, может запретить конденсацию фосгена в пределах реакторного блока, но исключить конденсацию в процессах фосгенирования невозможно.

1.1.4 Фосген выпускается «по требованию» - «on demand», т.е. количество выпускаемого строго соответствует количеству потребляемого:

- на технологические нужды для собственных процессов фосгенирования
- на объемы для отгрузки сторонним потребителям

Объемы хранения сжиженного фосгена не превышают объема максимальной отгружаемой партии, как правило, не более 60 тонн.

1.1.5 Реакция каталитического синтеза фосгена.



Катализатор – высокопористый активированный уголь. Процесс экзотермический, требующий интенсивного охлаждения, не зависимо от типа реактора – трубчатый, колонный или емкостной, подробно п. 1.1.6.

1.1.5.1 При аварийном прекращении охлаждения температура на выходе из реактора, превысит 800°C и будет являться причиной вывода оборудования из строя. Температура в зоне реакции не должна превышать 300°C, так как уже при 200°C начинается термическая деструкция фосгена, примерно 9% на каждые 10 градусов повышения температуры. При 100°C термическое разложение фосгена пренебрежимо мало.

1.1.5.2 Использование без углеродных катализаторов, например, хлоридов галлий или алюминий, позволяет проводить синтез фосгена при температурах гораздо более низких, чем на активированном угле. В этом случае, образование хлоридов углерода, в том числе из метана сводится к минимуму, это актуально при производстве поликарбоната, т.к. CCl_4 дает желтизну полимера, а также для других «прозрачных» полимеров.

1.1.5.3 Технология производства фосгена давно и хорошо изучена, но ряд патентов, лицензиары процесса, продолжают поддерживать в активном состоянии и это обхо-

за перепадом давления по слоям и качеством фосгена на выходе. Установки периодического действия, имеющие реактора емкостного типа, состоят из нескольких линий, которые включают в себя по 2-3 параллельных реактора, количество линий не ограничено. Для каждой линии устанавливается санитарный реактор для доработки возможного проскока хлора и исключение его попадания в готовый продукт. На трубчатых реакторах такой проскок маловероятен, но иногда и для них предусматривается санитарный реактор.

1.1.8 Модульные установки фосгена периодического действия, имеющие реактора емкостного типа с катализатором в слое, не ограничены по минимальной мощности. Максимальная производительность определяется экономическими соображениями, если стоимость реакторов с катализатором в слое становится сопоставимой с трубчатыми реакторами – это и будет максимальной мощностью.

1.1.8.1 Модуль состоит из трех секций:

- секция реакторов емкостного типа с катализатором в слое. Периодическое производство на технологические нужды для собственных процессов фосгенирования и объемы для отгрузки сторонним потребителям

- секция конденсации и хранения фосгена в объеме, не превышающем максимальной отгружаемой партии, как правило, не более 60 тонн

- секция безопасного поглощения фосгена, абсорбционная очистка эмиссии.

1.1.8.2 Основные особенности модулей для периодического производства фосгена в реакторах с катализатором в слое:

- выработка фосгена автоматически изменяется от 0 до 100% в зависимости от потребления и не сказывается на качестве и безопасности

- хранение фосгена использует разумные и жесткие меры безопасности

- запуск и остановка осуществляются в течение часа

- периодичность остановок определяется снижением активности катализатора

- дополнительная очистка фосгена не требуется, система поточного аналитического контроля и автоматизированная система управления гарантируют качество, при условии соблюдения качества сырья

- обеспечение безопасности и качество фосгена, при любых изменениях режима, являются приоритетными задачами.

1.1.9 Моноксид углерода на границе (BL) установки фосгена должен иметь чистоту н/м 98.5% об., что позволяет отправлять получаемый фосген на стадию фосгенирования

без очистки. Требование для качества монооксида углерода, не ниже 99.8% об. является излишне жестким

1.1.10 Газообразный хлор при чистоте 99.6 и 99.8% масс., подается в реактор синтеза фосгена без очистки. Требование для качества хлора, не ниже 99.88% об. является излишне жестким

1.1.11 Смеситель сырьевых компонентов выполненный, как **//////////**, значительно эффективнее **//////////**.

1.1.12 Содержание влаги должно быть минимизировано, и в монооксиде углерода, и в хлоре, т.к. ее наличие приводит к гидролизу фосгена. Присутствие метана и водорода приводит к образованию четыреххлористого углерода и хлористого водорода при температурах выше 70°C, т.к. активированный уголь катализирует эти реакции. Появление горячих точек в реакторе определяет побочную реакцию $2CO + 2Cl_2 = CCl_4 + CO_2$

1.1.13 Схема производства с конденсацией фосгена позволяет использовать способы очистки, п. **1.1.2.2**, что позволяет достигать «полимерного» качества, при более мягких требованиях к сырью. Дымовые газы содержат 30-40% масс., монооксида углерода, его извлечение из потока с концентрацией н/м 98% масс. позволяет использовать его для синтеза фосгена, что улучшает экономику процесса и снижает затраты на строительство.

1.1.14 Конденсация фосгена обеспечивается холодом минус 20°C. Хранение при 5-8°C/1.5-2.0 бар гарантирует жидкое состояние. Все несконденсировавшиеся газы отправляются на секцию безопасности поглощения фосгена из абгазов.

1.1.14.1 Для установок с производительностью по жидкому фосгену большей чем у Заказчика, предусматривается извлечение монооксида углерода из несконденсировавшихся газов и возвращение в процесс.

1.1.15 Секция безопасности, поглощение фосгена из абгазов имеет три принципиально различные технологические решения:

1.1.15.1 Нейтрализация фосгена циркулирующим в абсорбере 3-8% водным раствором едкого натра. Концентрация может достигать 10-15%, что увеличивает время работы без замены абсорбента, но критерием концентрации всегда является недопустимость выпадения солей в осадок в абсорбере.

Недостатком является большое количество трудно перерабатываемых отходов, как растворы солей хлорида и карбоната натрия.

1.1.15.2 Гидролиз фосгена водой $COCl_2 + H_2O = 2HCl + CO_2$ и поглощение выделяющегося хлороводорода циркулирующей соляной кислотой с поэтапным повышением

концентрации от 5 до 24%. Аппаратурное оформление сложнее, чем при нейтрализации едким натром, но жидкие отходы отсутствуют и появляется дополнительный продукт.

1.1.15.3 Гидролиз фосгена водой $\text{COCl}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HCl} + \text{CO}_2$ в колоннах, заполненных активированным углем и поглощение выделяющегося хлороводорода водой или циркулирующей разбавленной соляной кислотой (эффективность снижается, когда кислотность образующейся соляной кислоты поднимается выше 5%). Аппаратурное оформление сложнее, чем при нейтрализации едким натром, процесс с использованием активированного угля более экзотермический, чем п. **1.1.15.2**, но жидкие отходы отсутствуют.

1.2 Общая информация о проекте.

Основной целью БП являлась выдача технологических решений и расчетов оборудования промышленной установки периодического производства фосгена на мощность 3.000 т/год. Работа установки настраивается по требованию или «on demand» и производится на двух работающих линиях. Каждая линия имеет по три параллельных контактных аппарата и по одному последовательному.

1.2A Заказчик получил полную и актуальную информацию:

- по качеству монооксида углерода, п. **1.1.13** используемого для синтеза фосгена «captive production» или «пленный», т.е. без конденсации, так, как и по качеству СО используемого при синтезе фосгена с конденсацией

После того, как Заказчик определит источник монооксида углерода: очистка дымовых газов, риформинг метана, электролиз CO_2 , химические способы получения, на условиях дополнительного соглашения, блоки (блок) очистки будут выполнены.

- по очистке фосгена, которую можно производить только в жидкой фазе. Технологические варианты блоков очистки, п. **1.1.2.2**, которые не рассматриваются в составе БП

- по используемому катализатору, будет использован активированный уголь, катализаторы указанные, п. **1.1.5.2** не рассматриваются в БП

По условиям ТЗ, наличие конденсации значительно упрощает ситуацию по очистке, и позволяет использовать более дешевый монооксид углерода.

- извлечение монооксида углерода из несконденсировавшихся газов и возвращение в процесс, п. **1.1.14.1** не предусматривается в виду малой мощности установки по жидкому фосгену

После того, как Заказчик определит конечные продукты, получаемые при фосгенировании, если очистка фосгена будет необходима, на условиях дополнительного соглашения, блоки (блок) очистки будут выполнены.

1.2B Заказчик уведомлен, что БП выполняется, как технологическая реплика модуля для периодической генерации фосгена в реакторе емкостного типа и катализатором в слое. Исходная документация обрабатывается грамотными процесс-инженерами, используется инжиниринговый опыт, практики и знания компетентных поставщиков и консультантов для действующих объектов с близкими процессами. Симуляция процесса, как и опросные листы на оборудование корректируются под требуемую мощность.

1.2C Заказчик уведомлен, что при работе модуля фосгена «on demand», в таком же режиме должна работать установка по производству монооксида углерода или объем буферных ресиверов хранения должен обеспечивать изменение мощности производства фосгена. **Если в качестве монооксида углерода используются дымовые газы, каких-либо чрезвычайных объемов хранения – не требуется.**

1.2D Заказчик уведомлен, что при работе модуля фосгена «on demand», в таком же режиме работает испаритель хлора, а объем хранения жидкого хлор должен обеспечивать изменение мощности производства фосгена.

1.2E Заказчик уведомлен, что схема нейтрализации фосгена раствором едкого натра, п. 1.1.15.1 не может быть изменена в процессе эксплуатации на безотходный гидролиз фосгена водой, п. 1.1.15.2 или 1.1.15.3, т.к. это принципиально различные процессы аппаратурном оформлении.

1.2F Заказчик уведомлен, п. 1.1.14 о хранении жидкого фосгена 5-8°C/1.5-2.0 бар. Подача на испарители фосгена и далее на реактора фосгенирования обеспечивается насосами, например, <https://plasttime.ru/fluid/fosgen/>

1.2G Заказчик уведомлен, что схема генерации фосгена при низком давлении, п. 1.1.6.2 не может быть изменена в процессе эксплуатации на высокое давление, т.к. это принципиально различное аппаратурное оформление. Но оборудование, п. 1.1.6.2 рассчитанное для высокого давления применимо для работы при низком. Заказчиком принято решение, что все ОП на оборудование, **КНИГА 14** будут выпускаться на высокое давление, но описание и параметры процесса, **КНИГА 2, КНИГА 5** будут выдаваться на низкое давление. Рекомендации по ведению процесса при высоком давлении, если Заказчик примет такое решение, п. 1.2L.

1.2H 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 специалистом по безопасности процесса на основе подробных описаний технологии, PID-

диаграмм, спецификации трубопроводов и оборудования, планов расположения оборудования, описания работы DCS и т.д.

1.2J 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 10** «Общие рекомендации по технике безопасности при обращении с фосгеном, лучшие промышленные практики и медицинские подходы», а также по ссылке, п. **1.1.2.7**.

1.2K Заказчик уведомлен, что нормы и правила в стране строительства, для фосгена идентичны нормам и правилам по хлору и не требуют использование трубопроводов с двойными стенками, а также размещение оборудования в защитных кожухах. Если Заказчик планирует выполнение HAZOP «Предварительный анализ обеспечения безопасности производства», п. **1.2H** риски и компенсационные мероприятия будут представлены.

1.2L Заказчик уведомлен, что «Руководство по эксплуатации», **КНИГА 19** не является заменой технологическому регламенту или технологическим инструкциям. Руководство по эксплуатации включает в себя практические положения о процессе, основные положения пуска, остановки и нормальной эксплуатации установки по производству фосгена периодического действия, с конденсацией и хранением. В Руководстве по эксплуатации могут быть включены различные варианты режима, пуска, остановки и так далее, например, п. **1.2H**.

1.2.1 Основные секции и блоки:

1.2.1.1 Секция 100. Хранение сырья, химикатов и готовой продукции, не входит в составе БП.

Подача монооксида углерода после очистки дымовых газов, или риформинга метана, или электролиза CO₂, или химических способов получения, п. **1.2A** производится в смесители входящие в поставку модуля фосгена. Подача на подогреватель (холодильник) CO, который является общим для первой и второй линии фосгенирования, производится компрессором с коррекцией по давлению после подогревателя или холодильника. Подогреватель (холодильник) входит в состав, **Секция 100** подача на смесители, **Секция 500** по трубопроводу с тепловой изоляцией. Температура **////////°C**. Давление **///////// бар**. Расход **///////// т/час**. Качественные показатели, **КНИГА 3**.

Жидкий хлор поставляется в танк-контейнерах, которые могут являться и временным хранилищем, если они устанавливаются на специально оборудованной площадке.

Объем жидкого хлора, на максимально допустимое хранение в танк-контейнерах или вагон-цистернах, определяется согласно национальных норм и правил. Склады хранения жидкого хлора не предусматриваются. Слив из танк-контейнеров или вагон-цистерн производится через буферную емкость. Подача жидкого хлора на испаритель, который является общим для первой и второй линии фосгенирования, производится насосом с коррекцией по давлению после испарителя. Испаритель входит в состав, **Секция 100** подача на смесители, **Секция 500** по обогреваемому трубопроводу. Температура **////////°С**. Давление **////////// бар**. Расход **////////// т/час**. Качественные показатели, **КНИГА 3**.

Подача 5% (3-8%) едкого натра производится в емкость, которая находится на границе модуля фосгена и входит в его поставку. Температура **//////////°С**. Давление **////////// бар**. Расход **по уровню ////////////// т/час**.

Подача отработанного едкого натра из куба абсорбера производится в емкость отработанного едкого натра, которая находится на границе модуля фосгена и входит в его поставку. Температура н/б **//////////°С**. Давление **////////// бар**. Расход н/б **////////// т/сут**.

Хранении жидкого фосгена 5-8°С/1.5-2.0 бар. Подача жидкого фосгена на испарители фосгена и далее на реактора фосгенирования Расход до **////////// т/час**. Подача жидкого фосгена на заполнение ж/д цистерн, или танк-контейнеров, или баллонов. Расход на заполнение ж/д цистерн, или танк-контейнеров, н/м **//////// т/час**, для баллонов н/б **////////// т/час**. Насосное оборудование используемое для заполнения ж/д цистерн, или танк-контейнеров не совместимо с насосным оборудованием для заполнения баллонов, **Приложение 10А** «Общие рекомендации по технике безопасности при обращении с жидким фосгеном при хранении и отгрузки в ж/д цистерны, танк-контейнеры и баллоны».

1.2.1.2 Секция 500. Смещения сырья и генерация фосгена.

1.2.1.3 Секция 500А. Конденсация фосгена.

1.2.1.4 Секция 500В. Абсорбционная очистка эмиссий.

1.2.1.4 Объекты ОЗХ для обслуживания модульной установки фосгена:

- воздух технический и воздух КиП, азот технический (подача со стороны, ответственность Заказчика только до VL модуля)
- вода обессоленная на подпитку контура циркуляции (подача со стороны, ответственность Заказчика только до VL модуля)
- водный раствор 5% (3-8%) едкого натра на подпитку контура циркуляции секции безопасности (подача со стороны, ответственность Заказчика только до VL модуля)

- отработанный раствор едкого натра от контура циркуляции секции безопасности (ответственность Заказчика только от BL модуля)

- вода охлаждающая обратная. Градирня только для обслуживания модульной установки фосгена

А также следует смотреть п. 1.4 «Энергоресурсы».

Все потребности по энергоресурсам выдаются базовым проектировщиком.

1.2.2 Основным оборудованием в границах проектирования является:

1.2.2.1 Секция 500. Смещения сырья и генерация фосгена.

Смесители 500-M-01,02,03 на подаче сырьевых компонентов в реактора первой линии **500-R-01,02,03**.

Смесители 500-M-04,05,06 на подаче сырьевых компонентов в реактора второй линии **500-R-04,05,06**.

Фильтр 500-F-01A,B,C на линии испаренного хлора в реактора **500-R-01-06**.

Реактора 500-R-01,02,03 емкостного типа с катализатором в слое для первой линии синтеза фосгена.

Реактора 500-R-04,05,06 емкостного типа с катализатором в слое для второй линии синтеза фосгена.

Реактор 500-R-11 емкостного типа с катализатором в слое для доработки реакционной смеси после реакторов **500-R-01,02,03**.

Реактор 500-R-21 емкостного типа с катализатором в слое для доработки реакционной смеси после реакторов **500-R-04,05,06**.

Емкость 500-V-01 циркуляционной обессоленной воды для реакторов **500-R-01-06** и **500-R-11,21**.

Аппарат воздушного охлаждения 500-AC-01A,B обратной циркуляционной обессоленной воды от реакторов **500-R-01,02,03** и **500-R-11**.

Аппарат воздушного охлаждения 500-AC-02A,B обратной циркуляционной обессоленной воды от реакторов **500-R-04,05,06** и **500-R-21**.

1.2.2.2 Секция 500A. Конденсация фосгена.

Аппарат воздушного охлаждения 500-AC-03A,B охлаждения паров фосгена после реактора **500-R-11**.

Аппарат воздушного охлаждения 500-AC-04A,B охлаждения паров фосгена после реактора **500-R-21**.

Рассольный конденсатор 500-E-11A,B (минус 20°C) паров фосгена после АВО 500-АС-03А,В.

Рассольный конденсатор 500-E-21A,B (минус 20°C) паров фосгена после АВО 500-АС-04А,В.

Сепаратор 500-S-11 разделения жидкого фосгена и несконденсировавшихся газов для первой линии после рассольного конденсатора **500-E-11A,B**.

Сепаратор 500-S-21 разделения жидкого фосгена и несконденсировавшихся газов для второй линии после рассольного конденсатора **500-E-21A,B**.

Сепаратор 500-S-111A,B улавливания жидкого фосгена на линии дыхания сепаратора **500-S-11** в коллектор **SV**.

Сепаратор 500-S-211A,B улавливания жидкого фосгена на линии дыхания сепаратора **500-S-21** в коллектор **SV**.

Емкость 500-V-11 хранения жидкого фосгена для первой линии.

Емкость 500-V-21 хранения жидкого фосгена для второй линии.

1.2.2.3 Секция 500B. Абсорбционная очистка эмиссий.

Абсорбер 500B-C-01 орошаемый 5% раствором едкого натра для нейтрализации потенциально чистых сбросов, по коллектору **SV**, при нормальном ведении технологического режима.

Абсорбер 500B-C-02 (резервный) орошаемый 5% раствором едкого натра для нейтрализации потенциально чистых сбросов, по коллектору **SV**, при нормальном ведении технологического режима.

Абсорбер 500B-C-03 (аварийный) орошаемый 5% раствором едкого натра для нейтрализации фосген содержащих сбросов, по коллектору **SS**, при аварийных ситуациях и срабатывании ППК.

Емкость 500B-V-01 свежего 5% раствора едкого натра

Емкость 500B-V-02 отработанного раствора едкого натра.

Продувочный ресивер 500B-V-01 для приема абгазов сбрасываемых по коллектору **SV** при нормальном ведении режима.

Продувочный ресивер 500B-V-03 для приема абгазов сбрасываемых по коллектору **SS** при срабатывании ППК.

Водяной холодильник 500B-E-01 циркуляции 5% щелочи абсорбера 500B-C-01.

Сепаратор 500B-S-01 абгазов от абсорбера **500B-C-01**.

Вентилятор 500B-K-01 очищенных газов после сепаратора **500B-S-01** на свечу.

Водяной холодильник 500В-Е-02 циркуляции 5% щелочи абсорбера **500В-С-02** (резервный).

Сепаратор 500В-S-02 абгазов от абсорбера **500В-С-02**.

Вентилятор 500В-К-02 очищенных газов после сепаратора **500В-S-02** на свечу.

Водяной холодильник 500В-Е-03/А,В циркуляции 5% щелочи абсорбера **500В-С-03** (аварийный).

Модульная установка 500В-У-01/1,2 адсорбции фосгенсодержащих газов после аварийного адсорбера **500В-С-03**.

1.2.2.4 Оборудование используемое, если п. 1.2К не будет принят или обоснован проектировщиком страны строительства.

Вентилятор 500-К-01/1,2 циркуляции азота для трубопроводов с двойными стенками обвязки реакторов первой линии до емкости хранения **500-V-11**.

Вентилятор 500-К-02/1,2 циркуляции азота для трубопроводов с двойными стенками обвязки реакторов первой линии до емкости хранения **500-V-21**.

Вентилятор 500-К-03/1,2 циркуляции азота для защитного кожуха емкости хранения **500-V-11** и ее трубопроводной обвязки с двойными стенками до ВЛ.

Вентилятор 500-К-04/1,2 циркуляции азота для защитного кожуха емкости хранения **500-V-22** и ее трубопроводной обвязки с двойными стенками до ВЛ.

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 **8.300 часов/год**. Установка периодического производства фосгена на мощность 3.000 т/год. Работа установки настраивается по требованию или «on demand» и производится на двух работающих линиях. Каждая линия имеет по три параллельных контактных аппарата и по одному последовательному. Вся установка и все оборудование будет спроектировано, таким образом, чтобы количество непредвиденных остановок было минимизировано.

1.3.2 Проектировщик страны строительства помимо национальных норм и правил обязан руководствоваться, **Приложение 10**. «Общие рекомендации по технике безопасности при обращении с фосгеном, лучшие промышленные практики и медицинские подходы». **Приложение 10А**. Общие рекомендации по технике безопасности при обращении с жидким фосгеном при хранении и отгрузки в ж/д цистерны, танк-контейнеры и баллоны.

Все отступления от **Приложения 10** и **Приложения 10А** согласуются с базовым проектировщиком.

В подпунктах **1.3.2.1-1.3.2.14** перечислены аспекты общего плана, требуемые для проектирования. Технологические аспекты, а также касающиеся эксплуатационной безопасности, **КНИГА 1 п. 1.1, 1.2** и **КНИГА 2 п. 2.1**. Детализация по контролю сварки, изготовлению статического оборудования, специфике динамического оборудования и т.д. в соответствующих разделах, **Приложение 10**.

1.3.2.1 Установки по производству фосгена должны быть расположены как можно дальше населенных пунктов, а также учитывается местное направление ветра и другие метеорологические данные. Оборудование содержащее фосген должно располагаться, как можно ближе к друг другу для сокращения длины трубопроводов. Индикаторы направления и силы ветра, анализаторы фосгена, ручной вызов сообщения об аварии от первого заметившего, должны быть установлены на всех ключевых местах установки.

1.3.2.2 Установки для производства и переработки фосгена рекомендуется проектировать и эксплуатировать в соответствии с концепцией двойной безопасности по физической защите от попадания фосгена во внешнюю среду. Существуют две типичные системы с защитными кожухами для генераторов газообразного фосгена:

- системы с полностью закрытым кожухом, охватывающим все оборудование, трубопроводы, фланцы, клапаны и т.д., фактически это герметичный купол над теми частями установки, где имеется фосген

- системы с частично закрытым кожухом, фактически это трубопроводы с двойными стенками и только некоторые аппараты защищены полностью закрытым кожухом.

1.3.2.3 Принципиальными моментами при выборе защиты для генераторов газообразного фосгена являются:

- трубчатые реактора, теплообменники, охлаждаемые водой, не требуют использование защитного кожуха, так как фосген мгновенно нейтрализуется водой при пропуске по одной или нескольким трубкам

- реактора со стационарным слоем требуют использование защитного кожуха

- буферные емкости газообразного фосгена, если они имеются в схеме модуля, требуют использование защитного кожуха

- система с частично закрытым кожухом работает в сочетании с пароаммиачной завесой, но это не является обязательным условием и в каждом случае рассматривается индивидуально.

Пункты 1.3.2.2 и 1.3.2.3 не противоречат п. 1.2К, но если проектировщиком страны строительства не будет принят или обоснован п. 1.2К, следует руководствоваться п. 1.2.2.4.

1.3.2.4 Все устройства для аварийного сброса давления должны быть подключены к системе нейтрализации фосгена, а все динамическое оборудование этой системы должно иметь резервное аварийное питание.

1.3.2.5 Не рекомендуется использование компрессоров для фосгеновых установок, или требуются особые конструктивные решения.

1.3.2.6 Вакуумные насосы на фосгеновых установках используются очень часто, рекомендуются жидкостно-кольцевые насосы, работающие с уплотнительной жидкостью, которая совместима с условиями процесса. Насосы для перекачки жидкого фосгена п. 1.2F

1.3.2.7 Графитовые теплообменники является хорошим выбором в качестве конструкционного материала благодаря высокой химической стойкости, хорошей теплопроводности и способности механической обработке. Сборка, монтаж, испытания и эксплуатация графитовых теплообменников выполняется в точном соответствии с инструкцией изготовителя.

1.3.2.8 Для стальных фосгеновых трубопроводов не рекомендуются следующие материалы футеровки:

- термопластичная, как CS/PTFE; CS/PP из-за необходимости частых фланцевых соединений
- резины и каучуки из-за плохой совместимости с органическими растворителями, например, хлорбензолом
- ПВХ, ХПВХ из-за их низкой стойкости к механическим повреждениям.

1.3.2.9 Разделение на блоки сводится к минимизации объема фосгена в каждом из них. Каждый блок имеет соединение с системой нейтрализации фосгена. Базовый проектировщик указывает разделение в соответствии с практикой по минимальному количеству усилий необходимых для подготовки блока к ремонту по причине утечки фосгена. Проектировщик страны строительства выполняет детализацию в соответствии с национальными нормами. Все отклонения объема блока в большую сторону, от принятого в базовом проекте, должны согласовываться с базовым проектировщиком.

1.3.2.10 Линии отбора проб проектируют таким образом, чтобы они могли промываться обратно в технологический процесс или в систему контролируемой утилизации.

1.3.2.11 Потенциальные утечки в сложных системах анализатора могут привести к опасной ситуации. Одна из возможностей снижения рисков использование высококачественных уплотнительных материалов. Помещения анализаторов размещаются отдельно от других помещений, что также снижает риск загрязнения фосгеном или другими опасными веществами. Вентиляция помещений анализаторов не связана с вентиляцией других помещений. Звуковые и видимые сигналы тревоги подаются внутри помещения. Снаружи у входа, рекомендуется установить панель сигнализации, которая отображает сигналы тревоги: состояние от каждого датчика воздуха в помещении, индикатор состояния системы вентиляции. Все сигналы тревоги передаются в диспетчерскую.

1.3.2.12 Диспетчерская совмещенная с операторной является единственным убежищем с чистым воздухом в случае выброса химических веществ. При проектировании выполняются следующие условия:

- расположение должно быть с подветренной стороны от завода и как можно дальше от источников фосгена. Любой вход из зоны с потенциальным загрязнением фосгеном, выполняется, как воздушный шлюз (две герметичные двери, расположенные последовательно в небольшом закрытом помещении), является хорошей практикой

- газонепроницаемые окна сконструированы таким образом, что их нельзя открывать (за исключением случаев, когда они предназначены для пожарной лестницы). Все окна, предпочтительно, установлены на стороне здания противоположной от установки

- поддерживать небольшое положительное давление с надежным и безопасным притоком свежего воздуха, контролируемым на наличие токсичных газов, включая фосген. Хорошей практикой является автоматическое отключение приточной вентиляции на основе выходных данных монитора токсичных газов.

1.3.2.13 Система нейтрализации фосгена проектируется с учетом наихудшего сценария высвобождения фосгена, скорости высвобождения и продолжительности высвобождения. Необходимое количество систем для нейтрализации фосгена и их распределение определяется расчетом. Для безопасной эксплуатации должна быть доступна по крайней мере одна система нейтрализации до тех пор, пока на заводе находится фосген.

1.3.2.14 Нейтрализация фосгена выполняется, п. 1.1.15.1-1.1.15.3. Циркуляционные насосы должны иметь резервирование и подключаться к аварийному источнику питания. Предпочтительна деминерализованная вода или паровой конденсат. Активированный уголь в колонне не должен быть загрязнен водорослями или бактериями. Если системы нейтрализации генерации фосгена и фосгенирования чего-либо объединены, обязательно проводится анализ на возможное образование не растворимых продуктов. Например,

нейтрализация фосгена от производства изоцианатов, всегда усложняется образованием нерастворимых полимочевин.

1.3.3 Запас мощности 10% при проектировании оборудования рассчитывается от мощности 3.000 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.

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

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

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

1.3.6.1 Оборудование, п. **1.3.4-1.3.6** должно быть рассчитано и на условия полного вакуума. Оборудование проектируется с минимальным количеством соединений, чтобы уменьшить количество потенциальных источников утечек.

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

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

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. А также смотреть п. **1.3.2.2**, п. **1.3.2.3** и комментарии к ним.

1.3.8.1 Трубопроводы должны быть рассчитаны и на условия полного вакуума.

1.3.8.2 Материал трубопроводов, а также геометрия выбираются таким образом, чтобы предотвратить или свести к минимуму коррозию и (или) эрозию, вызванную сырьем, продуктом, полуфабрикатами и (или) потенциальными примесями.

1.3.8.3 Количество компенсаторов должно быть сведено к минимуму, т.к. более подвержены выходу из строя, что приводит к выделению фосгена.

1.3.8.4 Минимальный диаметр трубопровода для подачи фосгена должен составлять не менее 1 дюйма.

1.3.9 Резьбовые соединения не рекомендуются для технологического присоединения, чтобы свести к минимуму риск утечки фосгена. Вместо этого следует использовать фланцевые соединения, количество которых должно быть минимальным.

1.3.9.1 Все клапаны, используемые в фосгеновой системе, должны быть с сильфонным уплотнением.

1.3.10 Компоновка оборудования в границах модуля должна отвечать требованиям безопасности, удобству обслуживания при эксплуатации и ремонтах, минимально разумной длине трубопроводов и кабельных трасс.

1.3.11 Все основное динамическое оборудование предусматривается с резервом.

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

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

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

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

1.3.16 Для управления технологическим процессом будет применена дистанционная система управления DCS.

1.3.17 Окончательный механический расчет оборудования в соответствии с требованиями процесса, указанного в документации базового проектирования, входят в ответственность поставщика оборудования.

1.3.18 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.

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

1.3.21В 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.

1.3.21С Расчет 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 используемые 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 БП 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 отсекающих 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

Объекты ОЗХ для модульной установки фосгена:

- воздух технический и воздух КиП, азот технический (подача со стороны, ответственность Заказчика только до VL модуля)
- вода обессоленная на подпитку контура циркуляции (подача со стороны, ответственность Заказчика только до VL модуля)
- водный раствор 5% (3-8%) едкого натра на подпитку контура циркуляции секции безопасности (подача со стороны, ответственность Заказчика только до VL модуля)
- отработанный раствор едкого натра от контура циркуляции секции безопасности (ответственность Заказчика только от VL модуля)
- вода охлаждающая обратная. Градирня только для обслуживания модульной установки фосгена.

Электроэнергия от электрических подстанций производства фосгенирования.

1.5 Сбросы при нормальном ведении режима и аварийных ситуациях.

Потенциально чистые сбросы при нормальном ведении технологического режима отводятся по коллектору SV на секцию безопасности в основной абсорбер 500В-С-01 или в резервный 500В-С-02

Фосген содержащие сбросы при аварийных ситуациях и срабатывании ППК отводятся по коллектору SS на секцию безопасности в аварийный абсорбер 500В-С-03

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:

- позиция аппарата
- геометрические размеры аппарата, м
- объем, м³
- площадь смоченной поверхности, м²
- давление рабочее, бар
- давление срабатывания ППК, бар
- температура для расчета плотности при открытии ППК, °C
- 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, мм², по программе PRV

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

- позиция аппарата и позиция ППК
- молекулярный вес продукта
- плотность продукта при срабатывании ППК, кг/м³
- максимальный поток при сбросе ППК, кг/час
- максимальный поток при сбросе ППК, м³/час
- номер потока
- давление рабочее, бар
- давление срабатывания ППК, бар

№	Оборудование/Системы	Стандарт
	стемы	Правила устройства электроустановок 6 и 7 издание.
6	КИП	ISA (MAC)/IEC/ATEX, ГОСТ 21.408-2013, ГОСТ 21.208-2013.
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; 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	Директивы ЕС 94/9/ЕС (ATEX), а также: - Федеральный закон 116-ФЗ О промышленной безопасности опасных производственных объектов; - Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности "Правила безопасности нефтегазоперерабатывающих производств"; - Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности "Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств" - Федеральный закон 69-ФЗ О пожарной безопасности; - Федеральный закон 123-ФЗ Технический регламент о требованиях пожарной безопасности; - СП 155.13130.2014 Склады нефти и нефтепродуктов. Требования пожарной безопасности; - НПБ 110-03 Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и автоматической пожарной сигнализацией; - НПБ 88-2001 Установки пожаротушения и сигнализации. Нормы и правила проектирования; - Федеральный закон 123-ФЗ Технический регламент о требованиях пожарной безопасности; - СП 2.2.1.1312-03 Гигиенические требования к проектированию вновь строящихся и реконструируемых промышленных предприятий; - СП 2.2.2.1327-03 Гигиенические требования к организа-

№	Оборудование/Системы	Стандарт
		<p>ции технологических процессов, производственному оборудованию и рабочему инструменту</p> <ul style="list-style-type: none"> - СП 5.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования; - СП 6.13130.2013 Системы противопожарной защиты. Электрооборудование. Требования пожарной безопасности; - СП 12.13130.2009 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности; - СП 43.13330.2012 Сооружения промышленных предприятий; - 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.**

- в составе модуля генерации фосгена имеется конденсация фосгена, но отсутствует блок очистки, который будет дополнен, п. **1.2А** если выяснится потребность фосгена «полимерного» качества

- общее количество фосгена на секции генерации должно быть сведено к минимуму, если по какой-либо причине установка фосгенирования не работает, то производство фосгена ориентируется только на отгрузку

- фосген выпускается «по требованию» - «on demand», т.е. количество выпускаемого строго соответствует количеству потребляемого. Немедленно расходуется на фосгенирование и для отгрузки сторонним потребителям, п. **1.1.4.**

- на предприятии по производству фосгена необходима подробная и строгая система управления безопасностью (SMS), Safety Management System, **Приложение 10** «Общие рекомендации по технике безопасности при обращении с фосгеном, лучшие промышленные практики и медицинские подходы»

- на предприятии при хранении и отгрузках фосгена подробная и строгая система разрабатывается в соответствии, **Приложение 10А** «Общие рекомендации по технике безопасности при обращении с жидким фосгеном при хранении и отгрузки в ж/д цистерны, танк-контейнеры и баллоны».

- 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

- проверка детальной безопасности, анализ технологических рисков работы с фосгеном, должны пересматриваться и обновляется на регулярной основе. Пятилетний период для повторной валидации анализа технологических рисков является хорошей практикой в химической промышленности

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

- прежде чем вносить какие-либо изменения в процесс или оборудование на существующей установке, необходимо оценить, может ли это изменение повлиять на имеющуюся концепцию безопасности

- все обратные потоки воды используемой для охлаждения: обратная, обессоленная захлаженная контролируются на предмет возможной утечки фосгена. Для этого устанавливается система поточного контроля pH и электропроводности

- не допускается использование СППК на всех без исключения аппаратах где имеется фосген

- чистые сбросы при нормальном ведении технологического режима отводятся по коллектору SV в основной абсорбер 500B-C-01 или в резервный 500B-C-02, п. 1.5

- фосген содержащие сбросы при аварийных ситуациях и срабатывании ППК отводятся по коллектору SS на аварийный абсорбер 500B-C-03, п. 1.5

- коллектора SV и SS должны иметь надписи или какие-то обозначения по верху изоляции для визуального различия в любое время суток и метеорологических условий

- системы сигнализации и оповещения должны быть слышны и видны во всех помещениях и зданиях установки по производству фосгена. Системы оповещения и сигнализации должны быть в рабочем состоянии в любое время. Передача сигналов тревоги о фосгене идет на Командный центр государственной пожарной службы с четким указанием местоположения, инициирующего подачу сигнала тревоги (использовано наименование службы страны строительства), а также в диспетчерскую предприятия

- сигнализации должны иметь резервный источник питания (батареи, источник бесперебойного питания, генераторы и т.д.), обеспечивающий работу по крайней мере в течение одного часа после отключения обычного внешнего источника питания

- сигнализация оповещения на установке производства фосгена привязана к системе оповещения на объекте фосгенирования, действия между системами безопасности должны быть скоординированы

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

- при сигнале опасности по фосгену аннулируются все разрешения на работу подрядным организациям, персонал этих организаций отправляется в безопасные места сбора, с которыми ознакомлен заранее, как и с инструкцией по чрезвычайным ситуациям, до начала работ

- посетители предприятия выполняют все указания сопровождающего, за которым они закрепляются при входе на завод

- на предприятии имеется несколько безопасных точек сбора, чтобы гарантировать, что по крайней мере одна точка сборки не находится с подветренной стороны от точки выброса фосгена

- флюгер, указывающий направление и скорость ветра располагается так, что виден с любых точек установки

- система быстрого учета всего персонала в случае аварийной ситуации (эксплуатационного, технического и лабораторного обслуживания, подрядчиков и посетителей)

- все проверки после нового строительства выполняются только собственным эксплуатационным персоналом

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, **КНИГА 3**.

2.2.1 Сырье

- монооксид углерода, н/м 98.5% масс., а также смотреть п. 1.1.9

- хлор испаренный, н/м 99.6% масс, а также смотреть п. 1.1.10

2.2.2 Вспомогательные материалы

- водный раствор едкого натра, н/м 5% масс

2.2.3 Готовая продукция

- фосген жидкий, н/м 98% масс.

- фосген газообразный, н/м 98.6% масс.

2.3 Принципиальное описание процесса по секциям.

Принципиальное описание представлено для эксплуатации модульной установки генерации фосгена и секции безопасности. Описание предназначено для общего понимания процесса, границ проектирования и никак не подменяет собой **КНИГУ 5**.

2.3.1 Секция 100. Хранение сырья, химикатов и готовой продукции, не входит в составе БП.

Подача монооксида углерода после очистки дымовых газов, или риформинга метана, или электролиза CO₂, или химических способов получения, п. 1.2А производится в смесители, входящие в поставку модуля фосгена. Подача на подогреватель (холодильник) CO, который является общим для первой и второй линии фосгенирования, производится компрессором с коррекцией по давлению после подогревателя или холодильника.

Подогреватель (холодильник) входит в состав, **Секция 100** подача на смесители, **Секция 500** по трубопроводу с тепловой изоляцией. Температура **////////°С**. Давление **//////// бар**. Расход **//////// т/час**. Качественные показатели, **КНИГА 3**.

Жидкий хлор поставляется в танк-контейнерах, которые могут являться и временным хранилищем, если они устанавливаются на специально оборудованной площадке. Объем жидкого хлора, на максимально допустимое хранение в танк-контейнерах или вагон-цистернах, определяется согласно национальных норм и правил. Склады хранения жидкого хлора не предусматриваются. Слив из танк-контейнеров или вагон-цистерн производится через буферную емкость. Подача жидкого хлора на испаритель, который является общим для первой и второй линии фосгенирования, производится насосом с коррекцией по давлению после испарителя. Испаритель входит в состав, **Секция 100** подача на смесители, **Секция 500** по обогреваемому трубопроводу. Температура **////////°С**. Давление **//////// бар**. Расход **//////// т/час**. Качественные показатели, **КНИГА 3**.

Подача 5% (3-8%) едкого натра производится в емкость, которая находится на границе модуля фосгена и входит в его поставку. Температура **////////°С**. Давление **//////// бар**. Расход **по уровню //////////// т/час**.

Подача отработанного едкого натра из куба абсорбера производится в емкость отработанного едкого натра, которая находится на границе модуля фосгена и входит в его поставку. Температура н/б **////////°С**. Давление **//////// бар**. Расход н/б **//////// т/сут**.

Хранении жидкого фосгена 5-8°С/1.5-2.0 бар. Подача жидкого фосгена на испарители фосгена и далее на реактора фосгенирования Расход до **//////// т/час**. Подача жидкого фосгена на заполнение ж/д цистерн, или танк-контейнеров, или баллонов. Расход на заполнение ж/д цистерн, или танк-контейнеров, н/м **//////// т/час**, для баллонов н/б **//////// т/час**. **Насосное оборудование**, используемое для заполнения ж/д цистерн, или танк-контейнеров не совместимо с насосным оборудованием для заполнения баллонов, **Приложение 10А** «Общие рекомендации по технике безопасности при обращении с жидким фосгеном при хранении и отгрузки в ж/д цистерны, танк-контейнеры и баллоны».

2.3.2 Секция 500. Смещения сырья и генерация фосгена.

2.3.2.1 Моноксид углерода подается от **Секции 100** по общему трубопроводу на смесители 500-М-01,02,03 для первой линии и смесители 500-М-04,05,06 для второй линии. Температура **////////°С**. Давление **//////// бар**. На общей линии СО установлен поточный анализатор.

2.3.2.2 Испаренный хлор подается от **Секции 100** по общему трубопроводу на смесители 500-M-01,02,03 для первой линии и смесители 500-M-04,05,06 для второй линии. Температура **////////°C**. Давление **//////// бар**. На общей линии испаренного хлора установлен поточный анализатор.

2.3.2.3 Смесители 500-M-01,02,03,04,05,06 вертикальные **цилиндрические аппараты (D*H = ////////// м) //////////**. Использование этой конструкции способствует **////////**, как правило, объем смесителя составляет не менее 1/3 объема реактора.

2.3.2.4 При завышении температуры **до //////////°C** на любом из смесителей срабатывает блокировка и закрываются отсекатели на подаче хлора и монооксида углерода на этот смеситель, а также отсекатель установленный между смесителем и реактором. Смеситель продувается горячим азотом по коллектору SS на секцию безопасности в аварийный абсорбер 500B-C-03.

2.3.2.5 Для выпуска качественного фосгена, при соотношении CO, н/м 48% об./хлор 38-46% об. Подача CO и хлора производится через расходомеры. Базовым компонентом для расчетов по каждому реактору является расход CO, которое и задается на системный блок реактора.

Например, алгоритм работы, для реактора 500-R-01 на системный блок 500-УК-01 устанавливается задание по расходу CO на регулирующий клапан 500-FV-01A работающий от расходомера 500-FIC-01A. Соотношение CO/хлор для реактора 500-R-01 устанавливается на системный блок 500-УК-01. Подача хлора регулируется в зависимости от соотношения CO/хлор клапаном 500-FV-01B работающим от расходомера 500-FIC-01B. Корректировка соотношения CO/хлор в системном блоке 500-УК-01 производится от поточного анализатора 500-AI-01 установленного после 500-R-01 и работающего на содержание CO, хлора и CCL₄ в фосгене. В зависимости от количества, дозируемого CO системный блок 500-УК-01 рассчитывает выход фосгена и потребление хлора.

В случае критического проскока хлора, на примере реактора 500-R-01. Срабатывает блокировка 500- АИН-01. Блокировка подает сигнал на закрытие отсекателей на подаче хлора 500-XV-01А и монооксида углерода 500-XV-01В на смеситель 500-M-01, а также на отсекатель 500-XV-01С после реактора 500-R-01.

После закрытия отсекателей 500-XV-01А,В,С открывается отсекатель 500-XV-01АА от смесителя 500-M-01,В,С в коллектор SS и 500-XV-01АВ от реактора 500-R-01 в коллектор SS. Смеситель и реактора продуваются горячим азотом по коллектору SS на секцию безопасности в аварийный абсорбер 500B-C-03.

Алгоритм работы реакторов 500-R-02,03,04,05,06 абсолютно идентичный.

2.3.2.6 Реактора фосгенирования 500-R-01-06 вертикальные емкостные аппараты с коническим днищем, $D \cdot H_{ц} = [] \cdot [] \text{ м}$. Соотношение высоты аппарата от верхней до нижней образующей к диаметру, составляет [], [], тем меньше соотношение $H_{ц}/D$, иногда приближается к единице.

Цилиндрическая часть реактора заполнена активированным углем [] или [] или [] или [] смешанным с инертном [] в соотношении []. Катализатор засыпается на кольца Рашига или иную насадку, насыпанную на колосниковую решетку, которая установлена по нижней образующей цилиндрической части. Катализатор загружается до [] уровня цилиндрической части реактора и сверху перекрывается кольцами Рашига или иной насадки, не менее [] уровня цилиндрической части.

Коническая часть реактора оборудована сигнализатором и блокировкой []. При срабатывании сигнализации [] ее природа [] по нормальной схеме, п.

2.3.2.9. [] должен быть отрегулирован, если это возможно. При срабатывании блокировки [] по аварийной схеме, п. **2.3.2.7.**

2.3.2.7 Для безопасной работы реактора фосгенирования схемой предусмотрена регистрация температуры по зонам катализатора. Термопары устанавливаются по окружности реактора горизонтально, каждая из термопар перекрывает 50% диаметра реактора.

Например, для реактора 500-R-01 регистрация температур 500-TI-01/1,2,3...9 в реакторе и регистрация температуры на выходе из реактора 500-TI-01/10. Предупредительная сигнализация 500-TAN-01/1-9 срабатывает []°C, блокировка 500-TSHH-01/1-9 при []°C. Блокировка подает сигнал на закрытие отсекателей на подаче хлора 500-XV-01A и монооксида углерода 500-XV-01B на смеситель 500-M-01, а также на отсекатель 500-XV-01C после реактора 500-R-01.

После закрытия отсекателей 500-XV-01A,B,C открывается отсекатель 500-XV-01AA от смесителя 500-M-01,B,C в коллектор SS и 500-XV-01AB от реактора 500-R-01 в коллектор SS. Смеситель и продуваются горячим азотом по коллектору SS на секцию безопасности в аварийный абсорбер 500B-C-03.

Алгоритм для реакторов 500-R-02,03,04,05,06 абсолютно идентичный.

2.3.2.8 Работа реакторов 500-R-01-06 организуется, таким образом, чтобы на линии работало не менее двух реакторов. При цикличности остановок каждого из реакторов [], пуск каждого последующего производится [], после предыдущего. В процессе эксплуатации, время циклов корректируется.

2.3.2.9 При остановке реактора для периодического осмотра верхнего слоя катализатора или для перегрузки катализатора, выполняются следующие операции.

Например, для реактора 500-R-01 Закрываются отсекатели на подаче хлора 500-XV-01A и монооксида углерода 500-XV-01B на смеситель 500-M-01, а также отсекатель 500-XV-01C после реактора 500-R-01.



После закрытия отсекателей 500-XV-01A,B,C открывается отсекатель 500-XV-01AA от смесителя 500-M-01,B,C в коллектор SV и 500-XV-01AB от реактора 500-R-01 в коллектор SV. После закрытия отсекателей 500-XV-01A,B,C в режиме MAN закрываются регулирующие клапана, п. 2.3.2.5 на подаче монооксида углерода 500-FV-01A и хлора 500-FV-01B в смеситель 500-M-01. Порядок закрытия ручной запорной арматуры и расстановка заглушек, **КНИГА 19**. Смеситель и реактора продуваются горячим азотом по коллектору SV на секцию безопасности в основной абсорбер 500B-C-01 или в резервный 500B-C-02


Алгоритм для реакторов 500-R-02,03,04,05,06 абсолютно идентичный.


2.3.2.10 Схема предусматривает наличие санитарных реакторов:


- 500-R-11, который установлен после реакторов первой линии 500-R-01,02,03


- 500-R-21, который установлен после реакторов второй линии 500-R-04,05,06

Реактора фосгенирования 500-R-01-06 и реактора 500-R-11,21 располагаются  неизменным условием. Нижняя образующая цилиндрической части 500-R-01-06 и 500-R-11,21 .

Реактора 500-R-11,21 имеют конструктив и загрузку катализатором абсолютно идентичный основным реакторам, п. 2.3.2.6. Объем санитарного реактора  Допускается использование одного санитарного реактора для нескольких основных.

Реактора фосгенирования 500-R-01,02,03 по выходу реакционной смеси имеют отсекатели 500-XV-01C после реактора 500-R-01, 500-XV-01D после реактора 500-R-02, 500-XV-01E после реактора 500-R-03. После отсекателей трубопроводы объединяются в один коллектор, и он входят в реактор 500-R-11, .

Реактора фосгенирования 500-R-04,05,06 по выходу реакционной смеси имеют отсекатели 500-XV-02C после реактора 500-R-04, 500-XV-02D после реактора 500-R-05, 500-XV-02E после реактора 500-R-06. После отсекателей трубопроводы объединяются в один коллектор, и он входят в реактор 500-R-21, .

Указанная геометрия трубопроводов и альтитуда нижней образующей выполняется неукоснительно при монтаже и контролируется, т.к. обеспечивает безопасную эксплуатацию реакторов и своевременное .

2.3.2.11 Санитарные реактора 500-R-11,21 предназначены для доработки СО или хлора в случае проскока из основных реакторов.

Вероятность проскока мала, так как после каждого основного реактора установлены поточные анализаторы 500-AI-01,02,03...06 и при критическом проскоке хлора, п. **2.3.2.5** процесс по конкретному реактору прекращается. Согласно, **Приложение 10** работа основных реакторов генерации фосгена без санитарных – запрещается.

Реактора 500-R-11,21 не имеют резерва, при необходимости проверки верхнего слоя катализатора в одном из санитарных реакторов, допускается работа двух линий генерации через один санитарный реактор, **КНИГА 19**.

2.3.2.12 В рубашки и змеевики в слое катализатора реакторов 500-R-01-06 и 500-R-11,21 подается циркуляционная обессоленная вода. Подача из емкости 500-V-01 обеспечивается насосом 500-P-01А,В для реакторов первой линии 500-R-01,02,03 и 500-R-11 и 500-P-02А,В для реакторов второй линии 500-R-04,05,06 и 500-R-21. Расход воды на змеевики и рубашку реакторов регулируется **//////////**.

После реакторов первой линии 500-R-01,02,03 и 500-R-11 вода подается на АВО 500-АС-01А,В. После реакторов второй линии 500-R-04,05,06 и 500-R-21 вода подается на 500-АС-02А,В. Температура после АВО регулируется частотой вращения вентилятора, жалюзями и байпасированием воды помимо АВО. Вода после охлаждения сливается в емкость 500-V-01 с температурой не выше 40°C.

2.3.2.13 Емкость 500-V-01 **объемом** **//////////**. **Давление** поддерживается клапанной парой, один из клапанов установлен на подаче азота, а второй на стравливании азота в коллектор SV, потенциально чистых сбросов при нормальном ведении технологического режима.

2.3.2.14 На линиях обратной обессоленной воды **//////////**. На общей линии прямой воды установлен **//////////** и рН-метр.

Повышение **//////////** свидетельствует о загрязнении обессоленной воды. Нарушение фиксируется сигнализацией, часть воды сливается в коллектор QB, химзагрязненных сточных вод с одновременной подпиткой контура свежей обессоленной водой. Дренаживание продолжается до стабилизации электропроводности в контуре. Повышение электропроводности и снижение рН свидетельствует о возможном попадании фосгена в контур циркуляции, хотя давление в циркуляционном контуре обессоленной воды выше чем давление синтеза в реакторах, но такая ситуация возможна, например, при остановках реакторов.

2.3.2.15 Параметры работы основных реакторов 500-R-01-06.

- температура сырья на входе до смесителя, **//////////°C**
- давление сырья на входе до смесителя, **////////// бар**

- температура в слое катализатора, $//////////^{\circ}\text{C}$
- давление в реакторе, $//////////$ бар
- температура реакционной смеси на выходе, $//////////^{\circ}\text{C}$
- концентрация СО, хлора и четыреххлористого углерода на выходе $//////////$

Параметры работы санитарных реакторов 500-R-11, 21.

- температура сырья на входе, $//////////^{\circ}\text{C}$
- температура в слое катализатора, $//////////^{\circ}\text{C}$
- давление в реакторе, $//////////$ бар
- температура реакционной смеси на выходе, $//////////^{\circ}\text{C}$
- концентрация СО, хлора и четыреххлористого углерода на выходе $//////////$

2.3.3 Секция 500А. Конденсация фосгена.

2.3.3.1 Фосген в паровой **фазе $//////////^{\circ}\text{C}//////////$ бар** после реактора 500-R-11 поступает на АВО 500-АС-03А,В, где охлаждается **до $//////////^{\circ}\text{C}$** . После реактора 500-R-21 фосген в паровой фазе поступает на АВО 500-АС-04А,В, где охлаждается **до $//////////^{\circ}\text{C}$** . Регулирование температуры частотой вращения и наклоном лопастей.

2.3.3.2 Фосген в паровой фазе **$//////////^{\circ}\text{C}//////////$ бар после** АВО 500-АС-03А,В поступает в м/тр пространство рассольного конденсатора 500-Е-11А,В (минус 20°C), где охлаждается до минус 15°C . После АВО 500-АС-04А,В фосген в паровой фазе поступает в м/тр пространство рассольного конденсатора 500-Е-11А,В (минус 20°C), где охлаждается до минус 15°C .

2.3.3.3 Сконденсированный фосген после 500-Е-11А,В сливается в сепаратор первой ступени 500-S-11 для разделения жидкого фосгена и несконденсировавшихся газов. Сконденсированный фосген после 500-Е-21А,В сливается в сепаратор первой ступени 500-S-21 для разделения жидкого фосгена и несконденсировавшихся газов.

2.3.3.4 Не сконденсированные газы с верха сепаратора 500-S-11 подаются на сепаратор второй ступени 500-S-111А,В. Жидкий фосген из этого сепаратора сливается в сепаратор первой ступени 500-S-11, а газы отводятся по коллектору SV на секцию безопасности в основной абсорбер 500В-С-01 или в резервный 500В-С-02.

2.3.3.5 Не сконденсированные газы с верха сепаратора 500-S-21 подаются на сепаратор второй ступени 500-S-211А,В. Жидкий фосген из этого сепаратора сливается в сепаратор первой ступени 500-S-21, а газы отводятся по коллектору SV на секцию безопасности в основной абсорбер 500В-С-01 или в резервный 500В-С-02.

2.3.3.6 Сконденсированный фосген после 500-S-11 сливается в емкость 500-V-11 хранения жидкого фосгена от первой линии. Сконденсированный фосген после 500-S-21

сливается в емкость 500-V-21 хранения жидкого фосгена от второй линии. Емкости хранения вертикальные $D \times H = \text{////////} \text{ м}$, объемом $\text{////} \text{ м}^3$ каждая.

2.3.3.7 Давление в каждой емкости хранения поддерживается подачей азота через клапанные сборки. Клапан 500-PV-01/1 работает на подаче азота в емкость 500-V-11, а клапан 500-PV-01A/1 установлен на сбросе азота по коллектору SV на секцию безопасности в основной абсорбер 500B-C-01 или в резервный 500B-C-02. Клапан 500-PV-02/1 работает на подаче азота в емкость 500-V-21, а клапан 500-PV-02A/1 установлен на сбросе азота по коллектору SV на секцию безопасности в основной абсорбер 500B-C-01 или в резервный 500B-C-02.

2.3.3.8 Емкости хранения имеют наружные змеевики охлаждения рассолом (минус 20°C). Емкости охлаждения имеют защитные оболочки, по внутреннему пространству которых, циркулирует азот. Условия хранения жидкого фосгена 5-8°C/1.5-2.0 бар, допускаются и более низкие температуры, но это приводит к расходам холода.

2.3.3.9 Циркуляция азота для защитного кожуха и трубопроводов с двойными стенками выполняется, **если п. 1.2К не будет принят или обоснован проектировщиком страны строительства, п. 1.2.2.4.**

- циркуляции азота вентилятором 500-K-01/1,2 для трубопроводов с двойными стенками обвязки реакторов первой линии до емкости хранения 500-V-11.
- циркуляции азота вентилятором 500-K-02/1,2 для трубопроводов с двойными стенками обвязки реакторов первой линии до емкости хранения 500-V-21.
- циркуляции азота вентилятором 500-K-03/1,2 для защитного кожуха емкости хранения 500-V-11 и ее трубопроводной обвязки с двойными стенками до BL.
- циркуляции азота вентилятором 500-K-04/1,2 для защитного кожуха емкости хранения 500-V-22 и ее трубопроводной обвязки с двойными стенками до BL.

Каждая из перечисленных линий циркуляции имеет поточные анализаторы фосгена, при его появлении нарушение фиксируется сигнализацией. Поврежденное оборудование или трубопровод останавливается, дренируется, продувается азотом на **Секцию 500B** в абсорбер 500B-C-03 (аварийный) по коллектору SS.

Одновременно с продувкой оборудования или трубопровода, циркуляция азота в контуре переводится на **Секцию 500B** в адсорбер 500B-C-03 (аварийный) по коллектору SS и начинается подача свежего азота до снижения концентрации фосгена в допустимые параметры.

2.3.3 Секция 500B. Абсорбционная очистка эмиссий.

2.3.3.1 Абгазы поступающие по коллектору SV **////////// потока** при подаче в кубовую часть абсорбера 500В-С-01 под слой насадки. Орошение абсорбера над верхним слоем насадки производится 5% раствором едкого натра насосом 500В-Р-01А,В из емкости 500В-В-01 через водяной холодильник 500В-Е-01. Параметры работы абсорбера 500В-С-01: **по кубу //////////°С////////// бар и по верху //////////°С////////// бар.**

2.3.3.2 Абгазы с верха абсорбера **состоящие из ////////// или полное отсутствие) фосгена** выводятся над верхним слоем насадки и поступают на сепаратор 500В-С-01. Жидкость из сепаратора сливается в емкость 500В-В-02 отработанного раствора едкого натра. Газы с верха сепаратора подаются вентилятором 500В-К-01 на свечу.

2.3.3.3 По мере нейтрализации циркулирующего раствора едкого натра с образованием хлоридов и карбонатов некоторая часть с куба абсорбера отправляется в емкость 500В-В-02 отработанного раствора едкого натра.

2.3.3.4 Схема работы резервного абсорбера 500В-С-02 абсолютно аналогична.

2.3.3.5 Абгазы поступающие по коллектору SS **////////// подаче** в кубовую часть абсорбера 500В-С-03 под слой насадки. Орошение абсорбера над верхним слоем насадки производится 5% раствором едкого натра от насоса 500В-Р-03А,В из емкости 500В-В-01 через водяной холодильник 500В-Е-03А,В. **Параметры ////////// бар.**

2.3.3.6 Абгазы с верха аварийного абсорбера поступают на модульную **////////// ре-генерации** кислая вода сливается в коллектор QB, химзагрязненных сточных вод.

2.3.3.7 По мере нейтрализации циркулирующего раствора едкого натра с образованием хлоридов и карбонатов некоторая часть с куба абсорбера отправляется в емкость 500В-В-02 отработанного раствора едкого натра.

2.4 Расходные коэффициенты при производстве фосгена.

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

2.4.1 Секции 500, 500А, 500В 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, **м³ //////////**

Вода обессоленная, м³0.001

Воздух КиП, нм³/час ██████████

Азот, нм³/час ██████

Электроэнергия, кВт*час ██████ или кВт ██████ (нормальная эксплуатация)

Электроэнергия, кВт ██████████ (аварийный режим)

Холод, Гкал ██████████

2.5 Технологические границы и границы проектирования.

Технологические границы и границы проектирования совпадают, **Схема 1, 2.**

2.6 Принципиальная BFD схема процесса.

Схема 1.

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

Схема 2.

BFD схема секции безопасности модуля генерации фосгена. Границы секции показана BL.

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

КНИГА 3.**3. Спецификация сырья, химикатов и готовой продукции.****CARBON MONOXIDE**

CO Min. 98.5 % vol.

N₂ Max. 1.4 % vol.

CH₄ Max. 20 ppm vol.

O₂ Max. 0.1 % vol.

H₂ Max. 0.4 % vol.

Water Max. 50 ppm vol.

CHLORINE (LIQUEFIED)

Chlorine Min. 99.6 % vol.

Moisture Max. 40 ppm wt.

SODIUM HYDROXIDE, NaOH

NaOH 50 % wt.

Na₂CO₃ Max. 4000 ppm wt.

NaCl Max. 15 ppm wt.

Fe Max. 2 ppm wt.

Hg Max. 0.05 ppm wt.

Water **Balance.**

PHOSGENE GAS

Phosgene Min. 99.5% wt.

Carbon dioxide Max. 0.10% wt.

Iron Max. 0.05% wt.

Free Chlorine Max. 0.03% wt.

Acidity (as HCL) Max. 0.04% wt.

Residue on evaporation Max. 0.03% wt.

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

Non-volatile Max. 0.0005% wt.

Normally appears as a clear, pale yellow liquid.

ФОСГЕН ЖИДКИЙ

Удельный вес при 20°C 1.425-1.432

Содержание фосгена, % масс, н/м 98.0

Содержание свободного хлора, % масс, н/б 0.1

Содержание нелетучего остатка, % мас, н/б 0.05

КНИГА 4.

4. Основные принципы регулирования и управления процессом

4.1 Введение

4.1.1 Управление процессом получения фосгена невозможно без использования автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУТП). Безопасность процесса обеспечивается противоаварийной автоматической защитой (ПАЗ).

4.1.2 Время цикла опроса модуля ЦПУ РСУ составляет 1 сек.

4.1.3 Время цикла опроса модуля ЦПУ ПАЗ составляет 250 мсек

4.1.2 Сигналы от всех полевых контрольно-измерительных приборов поступают на центральный пульт АСУТП и ПАЗ 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 Параметры, влияющие на безопасность процесса от Секции 100 должны быть выведены на DCS модуля фосгена.

4.1.9 Параметры, влияющие на безопасность с установок испарения хлора и производства СО должны быть выведены на DCS модуля фосгена.

4.1.10 Параметры, влияющие на безопасность процесса от объектов ОЗХ должны быть выведены на DCS модуля фосгена.

4.1.11 На схемах PID в наименовании для каждого прибора добавляется префикс: 100 – для Секции 100, 200 – для Секции 200, и так далее для Секций 300-700.

4.1.12 Система блокировок и сигнализаций обеспечивает технологические требования безопасной эксплуатации модуля фосгена, включая систему обнаружения пожара и загазованности.

4.1.13 Основные контура регулирования процесса производства приведены в п. 4.3, а также основные блокировки и сигнализации приведены в п. 4.4. Перечень документации необходимой для проектирования и поставки АСУТП и ПАЗ приведен в п. 4.2.

4.2 Исходные данные необходимые для проектирования и поставки АСУТП и

ПАЗ:

- 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, действующими в АСУ ТП
- Схемы электрические подключения силового оборудования, требования к источникам бесперебойного электропитания, перечень оборудования, требующего бесперебойного электропитания, схемы внешних соединений и подключений этого электрооборудования
- Схемы электроснабжения АСУ ТП
- Планы аппаратной и операторной включая оборудование АСУ ТП
- Кабельный журнал от полевого оборудования до кроссовых шкафов АСУ ТП
- 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 500. Смещения сырья и генерация фосгена.

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

4.3.2 Секция 500А. Конденсация фосгена.

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

4.3.3 Секция 500В. Абсорбционная очистка эмиссий.

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

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

4.4.1 Секция 500. Смещения сырья и генерация фосгена.

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

4.4.2 Секция 500А. Конденсация фосгена.

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

4.4.3 Секция 500В. Абсорбционная очистка эмиссий.

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

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 жидкого фосгена.

5.1 Введение. Общие сведения о процессе.

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

5.2 Секция 500. Смещения сырья и генерация фосгена.

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

5.3 Секция 500А. Конденсация фосгена.

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

5.4 Секция 500В. Абсорбционная очистка эмиссий.

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

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. **4.1.13** 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

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

11.2 Используемые химикаты для производства фосгена

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

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 и не включаются 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.

Практические положения о процессе, основные положения пуска, остановки и нормальной эксплуатации установки по производству фосгена периодического действия, с конденсацией и хранением.

Секция 500. Смещения сырья и генерация фосгена.

Секция 500А. Конденсация фосгена.

Секция 500В. Абсорбционная очистка эмиссий.

Руководство по эксплуатации не заменяет Технологический регламент и технологические инструкции.