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 **Sign.**
Date: 30.10.2023 Обновлено 17.04.2025

ООО «ЭНКИ-АФИНА»
Специальная химия.
MASTER
Discipline: PROCESS: Modular phosgene generators, carbonyl chloride, phosgene is gaseous, phosgene «captive production», phosgene «on de-mand»
Name: enkyafina@gmail.com **Sign.**
Date: 30.10.2025 Обновлено 17.04.2025

Производство карбонилхлорида (фосгена). Непрерывный процесс, 20 тыс. т/год. 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. Смешения сырья и генерация фосгена.

5.3 Секция 500А. 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

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/

ОЛ – опросные листы на оборудование

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

ПАЗ – противоаварийная автоматическая защита

ПИЦ – полиизоцианат, или сырой (полимерный) МДИ

ОЗХ – объекты общезаводского хозяйства

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 – 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

- SMS система управления безопасностью (Safety Management System)

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.

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.

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/

КНИГА 1.

1. Основные проектные решения.

1.1 Введение

1.1.1 Техническое задание (ТЗ) определяет непрерывное производство получения фосгена 20.000 тыс. т/год. Фосген выпускается, как «пленный» - «captive production», или «по требованию» - «on demand», т.е. количество выпускаемого строго соответствует количеству потребляемого. Любая форма хранения, на стадии генерации, исключена, что позволяет поддерживать количество фосгена в системе в любой момент времени на достаточно низком уровне, снижая риски в случае аварии.

1.1.2 Ранее выполненные работы, относящиеся к теме БП:

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 «Производство фосгена из моноксида углерода и хлора. Способы очистки. Получение фосгена из ди- и трифосгена, 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 (сокращённый). Технологические решения, расчет оборудования» https://enky-afina.ru/bazovyj-proekt-n13

1.1.2.6 «Производство МДИ 80 тыс. т/год. Мономерный МДИ и обогащённый 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 полиарамидов 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

1.1.2.11 Производство фосгена, 3.000 т/год. Периодический процесс с конденсацией. Базовый проект, вариант 3. Технологические решения, расчет оборудования https://enky-afina.ru/bazovyj-proekt-n29

1.1.3 Понимая, что под давлением законодательства перспективы жидкого фосгена при его синтезе, вероятно, будут недолгими, в БП на основе типовых технологических решений исключается конденсация в границах генератора. Решения, представленные в БП не предполагают каких-либо пилотных доработок, а получаемый фосген подается на блок фосгенирования без очистки. Аппаратурное оформление основывается на стандартном оборудовании, используемом в химическом производстве.

1.1.4 Выпускаемый фосген полностью потребляется на синтез ПИЦ для полиизоцианатных смол используемых при выпуске древесно-стружечных плит. Несмотря на существенную разницу в цене, **Таблица 1,** по сравнению с мочевиноформальдегидными и фенолформальдегидными смолами, потребление ПИЦ в этой области неуклонно растет.

Таблица 1

	name	abrev	cost* US$/lb.	use	durability
interior	poly-vinyl-acetate	PVA	0.10	finger jointing	interior
interior	urea-formaldehyde	UF	0.30 – 0.37	PB/MDF	interior
interior	melamine-formaldehyde	MF	0.69 – 0.78	MDF/PB	lim. ext.
structural	phenol-formaldehyde	PF	0.32–0.52	LVL/OSB/MDF	exterior
structural	methylene-diphenol-diisocyanate	pMDI	0.93–1.06	OSB/MDF	exterior

1.1.5 Реакция каталитического синтеза фосгена.

$CO + Cl_2 \rightarrow COCl_2$ ($\Delta Hrxn = -107.6$ kJ/mol)

Катализатор – высокопористый активированный уголь. Процесс экзотермический, требующий интенсивного охлаждения. Промышленные генераторы фосгена эксплуатируются при параметрах на входе в реактор 40-80°C и давлении 1.1-5.4 бар, температура на выходе генератора 70-180°C. Указанные параметры охватывают линейку всех производителей, в индивидуальных процессах, параметры эксплуатации, гораздо более узкие.

При аварийном прекращении охлаждения температура на выходе их 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.

1.1.6 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. Требования Davy Process Technology излишне жесткие, качество моноксида углерода должно быть не ниже 99.8% об.

1.1.7 Газообразный хлор при чистоте 99.6 и 99.8% масс., подается в реактор синтеза фосгена без очистки. По требованиям Davy Process Technology излишне жесткие, качество хлора должно быть не ниже 99.88% масс.

1.1.8 Содержание влаги должно быть минимизировано и в моноксиде 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 $2CO + 2Cl_2 = CCl_4 + CO_2$

1.1.9 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. Этот процесс актуален при производстве поликарбоната, т.к. CCl_4, дает желтизну полимера, а также для фосгена, используемого в фармации. Указанные направления не рассматриваются Заказчиком.

1.1.10 Модульные установки фосгена имеют несколько типоразмеров с производительностью от 3 (трех) до 10 тыс. кг в час, например, Modular phosgene generators from Davy Process Technology, **Таблица 2.** //////////. Модули полностью готовы к эксплуатации при подключении к материальным потокам и энергоресурсам Заказчика.

Таблица 2.

Type	G/A 30	G/A 100	G/A 200	G/A 600	G/A 1200	G/A 2000	G/A 10000
Output [kg/h]	2–30	10–100	20–200	60–600	120–1,200	200–2,000	1,000–10,000

1.1.10.1 Модуль состоит из двух секций:

- секция «динамический реактор». Производство и подача газообразного фосгена потребителям «по требованию», без промежуточного хранения

- секция безопасного поглощения фосгена, абсорбционная очистка эмиссии.

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/

1.1.11 Технология производства фосгена давно и хорошо изучена, но ряд патентов продолжают поддерживать в активном состоянии: Eni Chem, BUSS, John Brown, Vent ron, Zeneca, Ciba-Geigy. Используются исходные названия компаний на кого и оформлены патенты. Поддержание патентов, имеющих более чем полувековой возраст, в активном состоянии, обходится в немалые суммы.

Поставщики технологий не дают гарантий на процесс, если Заказчик не приобрел катализатор от лицензиара технологии.

1.1.12 Основные особенности модулей для производства фосгена:

- выработка фосгена автоматически изменяется в зависимости от потребления в процессе, уменьшение (увеличение) выработки фосгена может изменяться в 8-10 раз и не сказывается на качестве и безопасности

- хранение фосгена полностью исключено

- запуск и остановка осуществляются в течение нескольких минут

- дополнительная очистка фосгена не требуется.

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

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

1.1.13 Реактора синтеза фосгена имеют два принципиально различных конструктивных решений:

1.1.13.1 Трубчатые. Катализатор с инертами находится в трубках, а по межтрубному пространству циркулирует вода или иной теплоноситель. Существуют схемы, когда в межтрубном пространстве циркулирует испаряющийся агент. Эффективность таких решений выше, чем классических, но аппаратурное оформление сложнее.

1.1.13.2 Стационарные слои катализатора и инертов. Охлаждение осуществляется циркуляцией воды или иного теплоносителя через внутренние и наружные змеевики.

1.1.13.3 В реакторах со стационарным слоем селективность процесса может быть очень близкой к селективности трубчатых реакторов, при контроле за перепадом давления по слоям и качеством фосгена на выходе. При отклонении этих параметров производится перегрузка катализатора и инертов для исключения образования застойных зон.

1.1.13.4 После реакторов со стационарным слоем, как правило, устанавливается реактор или последовательные реактора, для доработки фосгена в случае проскока хлора и оксида углерода. На трубчатых реакторах такой проскок маловероятен, но иногда реактора доработки устанавливаются и в этой схеме.

1.1.14 Смеситель сырьевых компонентов выполненный, ////////////////////////////.

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 $COCl_2+H_2O = 2HCl+CO_2$ 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 непрерывного производства фосгена на мощность 20.000 т/год. Работа установки настраивается по требованию или «on demand» и производится на двух параллельно работающих реакторах.

Заказчик получил полную и актуальную информацию о приоритете качества сырья при работе установки без конденсации и хранения жидкого фосгена, т.е. «captive production» или «пленный».

Приоритет качества сырья объясняется тем, что очистку фосгена можно производить только в жидкой фазе, которая недопустима по условиям ТЗ, а также норм и правил страны строительства. Именно поэтому используется сырье с очень высокой чистотой, КНИГА 3 и получаемый фосген не требует очистки.

Заказчик уведомлен, что БП выполняется, как технологическая реплика модуля G/A 10000, **Таблица 2**, но с определенными дополнениями применительно к процессу **п. 1.1.2.3**. Исходная документация обрабатывается грамотными процесс-инженерами, ис-

пользуется 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.

Заказчик уведомлен, что при работе модуля фосгена «on demand», в таком же режиме должна работать установка по производству моноксида углерода или объем буферных ресиверов хранения должен обеспечивать изменение мощности производства фосгена.

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.

Заказчик уведомлен, что секция безопасного поглощения фосгена, п. **1.1.10.1** может быть исключена из поставки модуля генерации фосгена, а ее функцию будет выполнять аналогичная секция на производстве ПИЦ. Эта возможность должна быть согласована проектировщиком страны строительства.

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.

Заказчик уведомлен, что отсутствие жидкого фосгена на модульной установке по его генерации, совершенно не означает, что жидкий фосген будет отсутствовать в процессах фосгенирования чего либо, **п. 1.1.2.1**, например, ПИЦ.

Заказчик уведомлен, что на границе модуля генерации могут быть обеспечены параметры газообразного фосгена 60-80°C/3.0-3.5 бар, позволяющие осуществлять его подачу на реактора фосгенирования, по перепаду давления, без использования компрессорного оборудования.

Заказчик уведомлен, что на границе модуля генерации могут быть обеспечены и более низкие параметры для газообразного фосгена, например, 25°C/1.1 бар.

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.

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».

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 моноксида углерода производится в смеситель находящийся на границе модуля фосгена и входит в его поставку. Температура /////////°С. Давление н/м ///////// бар. Расход ////////// т/час. Качественные показатели, КНИГА 3.

Подача испаренного хлора производится в смеситель находящийся на границе модуля фосгена и входит в его поставку. Температура /////////°С. Давление н/м ////////// 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 ////////////////// 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.

Подача газообразного фосгена на реактора фосгенирования, через буферный ресивер, который находится на границе модуля фосгена и входит в его поставку. Температура //////////°С. Давление ////////// бар. Расход до 2.5 т/час.

1.2.1.2 Секция 500. Смешения сырья и генерация фосгена.

1.2.1.3 Секция 500А. 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 BL модуля)

- вода обессоленная на подпитку контура циркуляции (подача со стороны, ответственность Заказчика только до BL модуля)

- водный раствор 5% (3-8%) едкого натра на подпитку контура циркуляции секции безопасности (подача со стороны, ответственность Заказчика только до BL модуля)

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

- вода охлаждающая оборотная. 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. Смешения сырья и генерация фосгена.

Смеситель 500-M-01 на подаче сырьевых компонентов в реактора **500-R-01,02**

Фильтр 500-F-01A,B,C на линии испаренного хлора

Реактор трубчатый 500-R-01 синтеза фосгена

Реактор трубчатый 500-R-02 синтеза фосгена

Емкость 500-V-01 циркуляционной обессоленной воды с паровым подогревателем (пар НД)

Аппарат воздушного охлаждения 500-AC-01A,B обратной циркуляционной обессоленной воды от реактора 500-R-01

Аппарат воздушного охлаждения 500-AC-02A,B обратной циркуляционной обессоленной воды от реактора 500-R-02

Водяной холодильник 500-E-01A,B охлаждения паров фосгена после реактора **500-R-01**

Водяной холодильник 500-E-02A,B охлаждения паров фосгена после реактора **500-R-02**

Буферный ресивер 500-V-02 газообразного фосгена (с защитной оболочкой)

Вентилятор 500-K-01/1,2 циркуляции азота для трубопроводов с двойными стенками обвязки реактора 500-R-01 до буферного ресивера 500-V-02.

Вентилятор 500-K-02/1,2 циркуляции азота для трубопроводов с двойными стенками обвязки реактора 500-R-02 до буферного ресивера 500-V-02.

Вентилятор 500-K-03/1,2 циркуляции азота для защитного кожуха буферного ресивера 500-V-02 и трубопровода с двойными стенками до BL, **Схема 1.**

1.2.2.2 Секция 500A. Абсорбционная очистка эмиссий.

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

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

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

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

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

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

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

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

Сепаратор 500A-S-01 абгазов от абсорбера 500A-C-01.

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

Водяной холодильник 500A-E-02 циркуляции 5% щелочи абсорбера 500A-C-02 (резервный).

Сепаратор 500A-S-02 абгазов от абсорбера 500A-C-02.

Вентилятор 500A-K-02 очищенных газов после сепаратора **500A-S-02** на свечу.

Водяной холодильник 500A-E-03/A,B циркуляции 5% щелочи абсорбера 500A-C-03 (аварийный).

Модульная установка 500A-Y-01/1,2 адсорбции фосгенсодержащих газов после аварийного адсорбера 500A-C-03.

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 **8.000 часов/год**. Установка работает в непрерывном режиме «on demand». Мощность 20.000 т/год, на двух параллельно работающих реакторах. Вся установка и все оборудование будет спроектировано, таким образом, чтобы количество непредвиденных остановок было минимизировано. Остановка на ремонт выполняется в тот же период, когда происходит ремонт производства ПИЦ.

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». Все отступления от **Приложения 10** 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.

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.

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. Наличие изоцианатов, если системы нейтрализации производств фосгена и ПИЦ объединены, приводит к образованию воскообразных полимочевин.

1.3.3 Запас мощности 10% при проектировании оборудования рассчитывается от мощности 20.000 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 имеющем соответствующие сертификаты.

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 захоложенной 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 соответствие с требованиями процесса указанного в документации базового проектирования входят в ответственность поставщика оборудования.

1.3.18 Все емкости под давлением должны быть изготовлены в соответствие со стандартом EN 13445 или нормой ASME. Все емкости, работающие под атмосферным давлением или под давлением до 1 бар должны быть изготовлены в соответствие 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 имеющем 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 имеющем соответствующие сертификаты. Все исходные данные для расчета выдаются базовым проектировщиком.

1.3.21B Расчет насосов должен выполняться квалифицированным производителем имеющем 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 имеющем 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 отсекателей 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 BL модуля)
- вода обессоленная на подпитку контура циркуляции (подача со стороны, ответственность Заказчика только до BL модуля)

- водный раствор 5% (3-8%) едкого натра на подпитку контура циркуляции секции безопасности (подача со стороны, ответственность Заказчика только до BL модуля)

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

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

Электроэнергия от электрических подстанций производства ПИЦ.

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 500A-C-01 или в резервный 500A-C-02

Фосген содержащие сбросы при аварийных ситуациях и срабатывании ППК отводятся по коллектору SS на секцию безопасности в аварийный абсорбер 500A-C-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, $м^3$

- площадь смоченной поверхности, м2

- 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^2, 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, м^3/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^2, не менее

1.5.3 Расчеты диаметров трубопроводов сбросов от ППК и линий ручного стравливания в коллектор SS – коллектор сбросов при аварийных ситуациях

Принципиальная схема сбросов в коллектор:

Схема 1.

//

1.6 Климатические условия.

Северная Африка //

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

№	Оборудование/Системы	Стандарт
		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, **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

№	Оборудова-ние/Системы	Стандарт
		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 организации технологических процессов, производственному оборудованию и рабочему инструменту - 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. BFD 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 отсутствуют системы очистки сырья, поэтому качество CO и испаренного хлора находятся в ответственности Заказчика

- общее количество фосгена на секции генерации должно быть сведено к минимуму. Если по какой-либо причине установка ПИЦ не работает, то производство фосгена также должно быть прекращено

- 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 10** «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

- 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: оборотная, обессоленная захоложенная 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

- 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 ПИЦ, 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:

- 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 в **КНИГЕ 3.**

2.2.1 Сырье и вспомогательные материалы

- моноксид углерода, н/м 98.5% об., а также смотреть **п. 1.1.6**

- хлор испаренный, н/м 99.6% масс, а также смотреть **п. 1.1.7**

2.2.2 Вспомогательные материалы

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

2.2.3 Готовая продукция

- 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.

Согласно ТЗ, **Секция 100** не входит в составе БП. Параметры на границе модуля генерации фосгена.

Подача моноксида углерода производится в смеситель находящийся на границе модуля фосгена и входит в его поставку. Температура /////////°С. Давление ////////// бар. Расход ////////// т/час. Качественные показатели, КНИГА 3.

Подача испаренного хлора производится в смеситель находящийся на границе модуля фосгена и входит в его поставку. 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 ////////////.

Подача отработанного едкого натра из куба абсорбера производится в емкость отработанного едкого натра установки фосгенирования аминов. Температура н/б 40°С. Давление //////// бар. Расход ////////// т/сут.

Подача газообразного фосгена на реактора фосгенирования. Температура /////°С. Давление ////////// бар. Расход до 2.5 т/час.

2.3.2 Секция 500. Смешения сырья и генерация фосгена.

2.3.2.1 Моноксид углерода из ресивера хранения подается на смеситель 500-М-01. Температура /////°С. Давление ////////// бар. Расход по балансу генерации фосгена в каскадном регулировании ////////////////////////////.

2.3.2.2 Испаренный хлор подается на смеситель 500-М-01. Температура //////////°С. Давление ////////// бар. Расход по балансу генерации фосгена в каскадном регулировании ////////////////. На линии испаренного хлора установлены три параллельно работающих филь-

тра 500-F-01A,B,C. Любой из них может быть отключен для чистки, два остальных полностью обеспечивают потребность процесса.

2.3.2.4 Смеситель 500-M-01 ////////////. Использование этой конструкции способствует ////////////// в объемном соотношении: хлора 38-46%, моноксида углерода не менее 48%. При завышении температуры в смесителе /////////°C срабатывает блокировка на прекращение подачи моноксида углерода и подачи сырьевой смеси на генерацию фосгена. Небольшие количества хлора из смесителя возвращаются на склад хранения.

2.3.2.5 Смесь хлора и моноксида углерода, по перепаду давления, подается на два параллельно работающих реактора 500-R-01,02. Подача на каждый реактор регулируется по расходу в каскаде ////////////. При снижении нагрузки, до расхода недостаточного для работы двух реакторов один из них выводится в «спящий режим», при этом отсекатели закрываются по входу и выходу, а реактор продувается горячим азотом на секцию безопасности в абсорбер 500A-C-01. Сырьевая смесь подается на реактора синтеза фосгена при температуре ////////////////////

2.3.2.6 Реактора фосгенирования 500-R-01,02 вертикальные, трубчатые (D*H = ///*//// м). диаметр трубок ////////// мм, расположение трубок по вершинам треугольника, количество трубок в каждом реакторе ////// шт. Подача сырья сверху вниз. Трубки заполнены активированным углем ////////////// или /////// или //////// смешанным с инертом /////// в соотношении ///////.

2.3.2.7 В межтрубное пространство реакторов подается циркуляционная обессоленная вода. Подача из емкости 500-V-01 обеспечивается насосом 500-P-01A,B для реактора 500-R-01 и 500-P-02A,B для реактора 500-R-02. Давление воды ////////////////////////.

2.3.2.8 Параметры работы реакторов 500-R-01,02.

- температура реакционной смеси на входе ///////
- температура продукта на выходе //////
- давление реакционной смеси на входе ///////
- давление продукта на выходе //////
- температура обесоленной на входе ///////
- температура обессоленной воды на выходе //////

2.3.2.9 Емкость 500-V-01 объемом //////////////// бар. Давление поддерживается клапанной парой, //////////////////// в коллектор SV, потенциально чистых сбросов при нормальном ведении технологического режима.

2.3.2.10 Обессоленная вода в емкости ////////////////°C. Подача в межтрубное пространство реакторов обеспечивается насосом 500-P-01A,B для реактора 500-R-01 и 500-P-02A,B для реактора 500-R-02. Расход воды на один реактор /////// м^3/час.

//////////////////////////////////////. Вода после охлаждения сливается в емкость 500-V-01 с температурой //////////////°C.

2.3.2.11 На линиях обратной обессоленной воды от каждого реактора установлены поточные приборы постоянного замера электропроводности и pH. На общей линии прямой воды установлен дублирующий прибор электропроводности и pH-метр.

Повышение электропроводности и снижение pH свидетельствует о пропуске реакционной смеси по трубке (трубкам) реактора. Нарушение фиксируется сигнализацией, реактор по которому обнаружен пропуск останавливается и выводится в ремонт.

Повышение электропроводности без снижения pH свидетельствует о загрязнении обессоленной воды. Нарушение фиксируется сигнализацией, часть воды сливается в коллектор QB, химзагрязненных сточных вод с одновременной подпиткой контура свежей обессоленной водой. Дренирование продолжается до стабилизации электропроводности в контуре.

2.3.2.12 На линиях после каждого реактора установлены поточные анализаторы на содержание CO, хлора и четыреххлористого углерода. При отклонениях принимаются меры по корректировке режима.

2.3.2.13 Охлаждение фосгена после реакторов 500-R-01,02 ///////////°C производится //////////////////, соответственно. Регулирование производится ////////////////. Давление ////////////////.

2.3.2.14 На линиях обратной оборотной воды от каждого теплообменника установлены поточные приборы постоянного замера электропроводности и pH.

Повышение электропроводности и снижение pH свидетельствует о пропуске реакционной смеси по трубке (трубкам теплообменника). Нарушение фиксируется сигнализацией, теплообменник останавливается и выводится в ремонт.

Повышение электропроводности без снижения pH свидетельствует о загрязнении оборотной воды. Нарушение фиксируется сигнализацией, часть воды сливается в коллектор QB, химзагрязненных сточных вод с одновременной подпиткой контура свежей водой. Дренирование продолжается до стабилизации электропроводности в контуре.

2.3.2.15 Газообразный фосген с температурой ////////// поступает в буферный ресивер 500-V-02 объемом ///// м^3. Буферный ресивер – ///////////////. Буферный ресивер имеет защитную оболочку, по внутреннему пространству которой, циркулирует азот.

Давление в буферном ресивере ////////////////. Схемы регулирования, КНИГА 8, детальное описание технологического процесса, КНИГА 5.

2.3.2.16 Циркуляция азота для трубопроводов с двойными стенками выполняется:

- вентилятор 500-К-01/1,2 циркуляции азота для трубопроводов с двойными стенками обвязки реактора 500-R-01 до буферного ресивера 500-V-02

- вентилятор 500-К-02/1,2 циркуляции азота для трубопроводов с двойными стенками обвязки реактора 500-R-02 до буферного ресивера 500-V-02

Циркуляция азота для защитного кожуха буферного ресивера выполняется:

- вентилятор 500-К-03/1,2 циркуляции азота для защитного кожуха буферного ресивера 500-V-02 и трубопровода с двойными стенками до BL, **Схема 1**.

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 500А** в абсорбер 500А-С-03 (аварийный) по коллектору SS.

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

2.3.3 Секция 500А. Абсорбционная очистка эмиссий.

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

2.3.3.2 Абгазы с верха абсорбера ////////////////// выводятся над верхним слоем насадки и поступают на сепаратор 500А-S-01. Жидкость из сепаратора сливается в емкость 500А-V-02 отработанного раствора едкого натра. Газы с верха сепаратора подаются вентилятором 500А-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 500А-V-02 отработанного раствора едкого натра.

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

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

2.3.3.6 Абгазы с верха аварийного абсорбера поступают на модульную ////////////////////, при регенерации 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 500A-V-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 тепловой баланса.

2.4.1 Секции 500 и 500A, 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, $м^3$ ////////////

Вода обессоленная, $м^3$ 0.001

Воздух КиП, $нм^3$/час ////////////////

Азот, $нм^3$/час //////

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

Электроэнергия, кВт ////////// (аварийный режим)

2.5 Технологические границы и границы проектирования.

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

2.6 Принципиальная BFD схема процесса.

Схема 1.

BFD схема секции генерации фосгена. Границы секции показана BL.

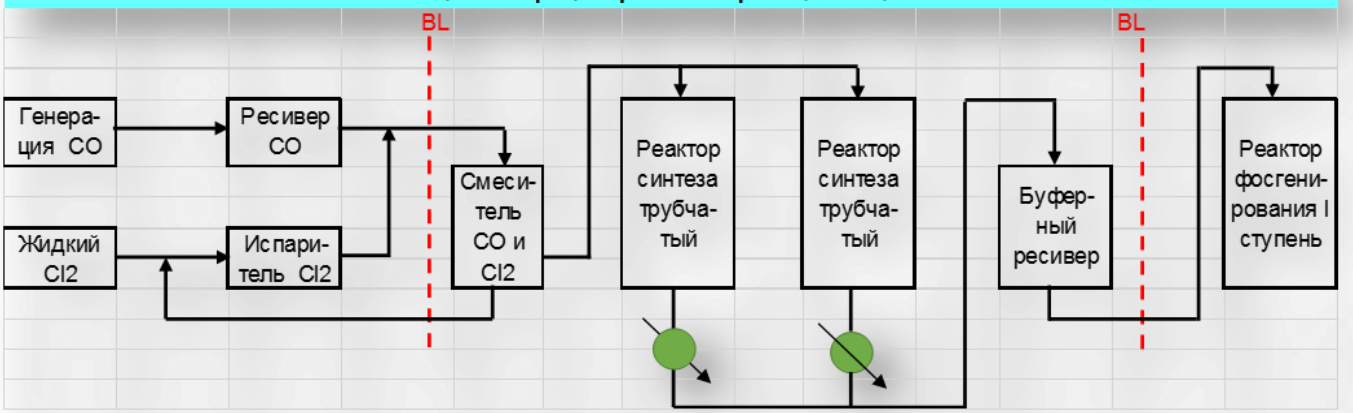

Схема 2.

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

//

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/

КНИГА 3.

3. Спецификация сырья, химикатов и готовой продукции.

CARBON MONOXIDE

CO Min. 98.5 % vol.

N_2 Max. 1.4 % vol.

CH_4 Max. 20 ppm vol.

O_2 Max. 0.1 % vol.

H_2 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_2CO_3 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 SO2) Max. 0.0039% wt.

Non-volatile Max. 0.0005% wt.

Normally appears as a clear, pale yellow liquid.

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 CO 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, задействованными 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 видеокадров 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 производства ПИЦ используемые при составлении PID схем.

4.3.1 Секция 500. Смешения сырья и генерация фосгена.

//

4.3.2 Секция 500A. Абсорбционная очистка эмиссий.

//

4.4 Основные блокировки и сигнализации производства ПИЦ используемые при составлении PID схем.

4.3.1 Секция 500. Смешения сырья и генерация фосгена.

//

4.3.2 Секция 500A. 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 газообразного фосгена.

5.1 Введение. Общие сведения о процессе.

//

5.2 Секция 500. Смешения сырья и генерация фосгена.

//

5.3 Секция 500А. 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, декантеры, 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.

Детальное описание процесса представлено для эксплуатации модульной установки производства фосгена, состоящей из:

- секция «динамический реактор». Производство и подача газообразного фосгена потребителям «по требованию», без промежуточного хранения
- секция безопасного поглощения фосгена, абсорбционная очистка эмиссии.