

MASTER

Discipline: PROCESS: Trichloroethene, Pentachloroethane
Perchloroethylene, Tetrachloroethene, Chloroethane, ethyl chloride

Name: Alexander.gadetskiy@inbox.lv

Sign.

30.10.2022



**Производство перхлорэтилена из трихлорэтилена через пентахлорэтан, до 10 тыс. т/год. Базовый проект, вариант 3.
Технологические решения, расчет оборудования.**



Содержание

КНИГА 1.

- 1. Основные проектные решения.....
- 1.1 Введение.....
- 1.2 Общая информация о проекте.....
- 1.3 Общие требования к проектированию.....
- 1.4 Энергоресурсы.....
- 1.5 Аварийные сбросы.
- 1.6 Климатические условия.....
- 1.7 Стандарты и нормы.....

КНИГА 2.

- 2. Принципиальное описание процесса. BFD схема и границы проектирования. Используемое сырье.....
- 2.1 Введение.....
- 2.2 Используемое сырье, получаемые полуфабрикаты и готовая продукция.....
- 2.3 Принципиальное описание процесса по секциям.....
- 2.4 Расходные коэффициенты по секциям 500, 200,300.....
- 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 100. Хранение сырье, полуфабрикатов, готовой продукции.....
- 5.3 Секция 500 Хлорирование трихлорэтилена.....
- 5.4 Секция 200. Омыление пентахлорэтана.....
- 5.5 Секция 300. Азеотропная осушка и ректификация перхлорэтилена.....
- 5.6 Переработка кубовых остатков.....

КНИГА 6.

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

КНИГА 7.

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

КНИГА 8.

8. P&ID схема процесса

КНИГА 9.

9. Симуляция процесса. Материальный и тепловой баланс

КНИГА 10.

10. Баланс потребления энергоносителей

КНИГА 11.

11. Список катализаторов и химикатов.

КНИГА 12.

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

КНИГА 13.

13. Отходы производства

КНИГА 14.

14. Опросные листы на технологическое оборудование

КНИГА 15.

15. Перечень механического оборудования

КНИГА 16.

16. Перечень электродвигателей

КНИГА 17.

17. Планы расположение оборудования.

КНИГА 18.

18. Перечень трубопроводов.

КНИГА 19.

19. Руководства по эксплуатации.

Сокращения.

ТЗ – техническое задание

БП – базовый проект

TeCA – тетрахлорэтан (Tetrachloroethane)

PeCA – пентахлорэтан (Pentachloroethane)

HeCA – гексахлорэтан (Hexachloroethane)

TCE – трихлорэтилен (Trichloroethene)

PERC – перхлорэтилен (Perchloroethylene)

CE – Хлористый этил (Chloroethane, ethyl chloride)

ВД, НД, СД – пар водяной высокого, среднего и низкого давления

ОЗХ – объекты общезаводского хозяйства

FS – коллектор абгазов хлороводородов

SS – коллектор сбросов при аварийных ситуациях

ППК – пружинные предохранительные клапана

АСУ ТП – автоматизированная система управления технологическим процессом

ПАЗ – противоаварийная автоматическая защита

ЦПУ РСУ – центральный пункт управления распределенной системы управления

Приложения.

1. Приложение 1. Техническое задание.
2. Приложение 6. PFD схемы процесса.
3. Приложение 7. PFD схемы процесса с материалами.
4. Приложение 8. P&ID схемы процесса.
5. Приложение 9. Материальные потоки, тепловые балансы.
6. Приложение 10. Условия приема и хранения пентахлорэтана
7. Приложении 11. Потребление энергоносителей.
8. Приложение 14. Опросные листы на технологическое оборудование, **КНИГА 14.**
9. Приложение 15. Перечень механического оборудования.
10. Приложение 16. Перечень и характеристики электродвигателей.
11. Приложение 18. Перечень трубопроводов.
12. Приложение 19. Условия хранения и отгрузки перхлорэтилена
13. Приложение 20. Список материалов, допускаемых к контакту с хлором и хлорорганическими продуктами (емкости хранения, трубы и фитинги, насосное оборудование, прокладки, шланги, крепеж, уплотнители для трубной резьбы, термогильзы).

КНИГА 1.

1. Основные проектные решения.

1.1 Введение

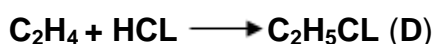
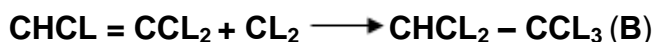
1.1.1 Согласно ТЗ, производство включает в себя получение растворителей на основе хлорпроизводных непредельных и алифатических углеводородов:

- трихлорэтилена (ТСЕ), 20.000 т/год из тетрахлорэтана (ТеСА), п. 1.1.3.1

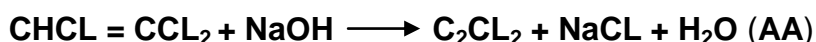
- перхлорэтилена (PERC), 10.000 т/год из трихлорэтилена (ТСЕ) через пентахлорэтан (РеСА), п. 1.1.3.2

- хлористого этила (СЕ), 10.000 т/год из этилена дегидрохлорированием, п. 1.1.3.3

1.1.2 Согласно ТЗ, трихлорэтилен, получаемый из тетрахлорэтана (А), реализуется, как товарный продукт, а также используется, как сырье для производства перхлорэтилена (С), через пентахлорэтан (В). Перхлорэтилен реализуется, как товарный продукт. Хлористый этил, получаемый гидрохлорированием этилена (D), реализуется, как товарный продукт.



ТСЕ – растворитель для обезжиривания металлов, сухая чистка тканей и одежды, для экстрагирования жиров и масел, исходное сырье для монохлоруксусной кислоты. Основные ограничения – образование фосгена при термическом разложении или действии прямого солнечного света, образование самовоспламеняющегося дихлорацетилена (AA) при контакте ТСЕ со щелочами.



РеСА – исходное сырье для перхлорэтилена. Растворитель для ацетата целлюлозы и других эфиров целлюлозы.

PERC – сухая чистка тканей и одежды, растворитель для обезжиривания металлов. Основное преимущество – негорючесть.

СЕ – при получении тетраэтилсвинца (ТЭС), например, для авиационных бензинов или бензинов для наземного и водного транспорта, на которые не распространяются нормы по запрету на использование (ТЭС). Применяется для экстрагирования жиров и масел, для производства этилцеллюлозы, бутилкаучука, этилмеркаптана, кремнийорганических соединений. Сырьевой компонент при получении сесквихлорида этилалюминия, который образуется при взаимодействии СЕ с металлическим алюминием.

1.1.3 Согласно ТЗ, производство растворителей выполняется в составе трех базовых проектов:

1.1.3.1 Производство ТСЕ дегидрохлорированием тетрахлорэтана, до 20 тыс. т/год. Базовый проект, вариант 3. Технологические решения, расчет оборудования <https://makston-engineering.ru/bazovyy-proyekt-no1>

1.1.3.2 Производство PERC дегидрохлорированием РеСА, до 10 тыс. т/год. Базовый проект, вариант 3. Технологические решения, расчет оборудования.

1.1.3.3 Производство СЕ гидрохлорированием этилена, до 10 тыс. т/год. Базовый проект, вариант 3. Технологические решения, расчет оборудования.

1.1.4 Электролиз водного раствора хлорида натрия работает по балансу хлора, который необходим для производства пентахлорэтана (**В**). Выпуск едкого натра не предусматривается, электрощелока, без дополнительной очистки, направляются на омыление ТеСА (**А**) и РеСА (**С**) Водный раствор хлорида натрия после реакторов омыления возвращается на электролиз. В схеме используется **////////// к качеству рассолов.**

1.1.4.1 При расположении комплекса по производству растворителей на основе хлорпроизводных непредельных и алифатических углеводородов в непосредственной близости от больших электролитических производств хлора и каустика, необходимость собственного электролиза исключается.

1.1.4.2 Работа на привозном едком натре позволяет исключить собственный электролиз, но возникает необходимость в утилизации раствора хлорида натрия. При наличии в непосредственной близости больших электролитических производств, работа с использованием едкого натра снижает энергозатраты на производство ТСЕ и PERC, а отработанные электрощелока (раствор хлорида натрия) возвращаются на электролиз.

1.1.4.3 ТЗ предусматривает работу с использованием собственного электролиза работающего по балансу хлора для выпуска ТСЕ и PERC дегидрохлорированием ТеСА **п.1.1.3.1** и РеСА **п.1.1.3.2**, что позволяет полностью возвращать отработанные электрощелока образующиеся при производстве ТСЕ и PERC.

1.1.4.4 Хранение жидкого хлора предусматривается в составе производства электролиза после его осушки от влаги (не входит в состав базового проекта). Блок испарения жидкого хлора включает в себя испаритель (проточный теплообменный аппарат) обогреваемый паровым конденсатом и компрессор подающий испаренный хлор на хлорирование ТСЕ. В составе производств PERC предусмотрено и контейнерное хранение хлора при поставках со стороны.

1.2 Общая информация о проекте.

Основной целью БП для производства PERC являлась выдача технологических решений и расчетов оборудования для промышленной двухстадийной установки непрерывного действия:

- получение РеСА жидкофазным каталитическим хлорированием ТСЕ
- щелочного дегидрохлорирования РеСА с последующей ректификацией PERC-сырца

Мощность производства PERC составляет 10.000 тонн/год, в одну линию. Возможны изменения мощности от 60% до 110%.

Заказчик уведомлен, что хлорированием или оксихлорированием 1,2-дихлорэтана можно получать одновременно ТСЕ и PERC, с последующим фракционированием на два продукта.

Заказчик уведомлен, что PERC можно получать по реакции ТСЕ с аммиаком или пиридином, в этом случае побочными продуктами будут хлористый аммоний или аддукт солянокислого пиридина.

Заказчик уведомлен, что PERC можно получать хлорирование СЕ.

Заказчик уведомлен, что РеСА, сырье для производства PERC, также является растворителем. Если Заказчик определит объемы реализации РеСА, то его выпуск, как товарного продукта будет организован без изменения технологических схем, но при снижении выпуска ТСЕ или PERC.

Заказчик уведомлен, что получаемый РеСА будет содержать до 5% масс. ТСЕ, что не мешает второму этапу синтеза получения PERC и, как правило, не мешает качеству при реализации РеСА, как растворителя.

Заказчик уведомлен, что все синтезы для целевых продуктов будут осуществляться в жидкой фазе, процессы в паровой фазе не рассматриваются.

Заказчик получил полную и актуальную информацию, что кубовые остатки при производстве РеСА с остатками металлокомплексного катализатора на основе хлорного железа (III) отправляются на нейтрализацию (не входит в состав базового проекта). Количество этих остатков очень незначительные.

Заказчик получил полную и актуальную информацию, что по мере накопления первичных кубовых остатков, линия PERC переводится на их переработку с прекращением приема свежего сырья РеСА.

Переработка первичных кубовых остатков осуществляется по той же схеме, что и омыление РеСА с последующей ректификацией PERC-сырца и получением PERC с концентрацией н/м 95.5% масс.

Переработка вторичных кубовых остатков, образующиеся в количестве 150 кг на одну тонну PERC, не предусматривается. Состав кубовых остатков (полихлоридов): гексахлорэтан 36,07%, гексахлорбутадиен 24,47%, пентахлорбензол 4,94%, гексахлорбензол 34,52% (все в масс%).

Заказчик уведомлен, что при общей мощности комплекса растворителей 40.000 т/год, п. 1.1.1 общее количество тяжелых остатков, до переработки первичных и вторичных кубовых остатков, может достигать 5.000 т/год. После переработки первичных и вторичных кубовых остатков, количество тяжелых полихлоридов, подлежащих утилизации не превысит 1.500-2.000 т/год. В настоящий момент переработка отходов не входит в состав базовых проектов, указанных в п. 1.1.3.1-1.1.3.3, но несколько способов переработки хлорорганических отходов (сжигание не рассматривается) всегда могут быть предложены.

Заказчик получил полную и актуальную информацию о конфигурации дополнительных производств, как **монохлоруксусная кислота** или **сесквихлорид этилалюминия**.

Заказчик уведомлен, что базовый проект выполняется, как технологическая реплика действующего производства. Исходная документация обрабатывается грамотными процесс-инженерами, используется инжиниринговый опыт, практики и знания компетентных поставщиков и консультантов для действующих объектов с близкими процессами. Симуляция процесса, в большинстве случаев, выполняется заново, как и опросные листы на оборудование.

Заказчик имеет полное право провести патентование, но понимает, что процессы п. 1.1.3, давно и хорошо изучены и лицензирование не будет представлять коммерческого интереса.

1.2.1 Основные секции и блоки:

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

- хранение TCE с концентрацией 99.9% масс. в емкостях V-1,2 объемом 100 м³ каждая. **Материал** ///////////////. Отгрузка насосом P-5,6. Хранение под азотной подушкой с дыханием на санитарную колонну. Температура хранения не выше +15°C, емкости оборудованы змеевиками с циркулирующим рассолом минус 8-10°C.

- хранение TCE с концентрацией 98.5% масс. в емкостях V-11,12 объемом 50 м³ каждая. **Материал** ///////////////. Отгрузка насосом P-5,6. Хранение под азотной подушкой с дыханием на санитарную колонну. Температура хранения не выше +15°C, емкости оборудованы змеевиками с циркулирующим рассолом минус 8-10°C.

- хранение смеси TCE+PERC в соотношении 50% на 50%, в емкостях V-11,12 объемом 50 м³ каждая. **Материал** ///////////////. Отгрузка насосом P-7/1.2 Хранение под азотной подушкой с дыханием на санитарную колонну. Температура хранения не выше +15°C, емкости оборудованы змеевиками с циркулирующим рассолом минус 8-10°C.

Хранение TCE и товарной смеси TCE+PERC в составе производства дегидрохлорированием тетрахлорэтана до TCE, 20 тыс. т/год <https://makston-engineering.ru/bazovyy-proyekt-no1>

- Хранение жидкого хлора предусматривается в составе производства электролиза после его осушки от влаги (не входит в состав базового проекта), **п. 1.1.4.4**. При поставке хлора в танк-контейнерах, хранение на открытом складе под навесом в объеме месячной потребности. Блок испарения жидкого хлора (при контейнерной поставке) включает в себя испаритель (проточный теплообменный аппарат) обогреваемый паровым конденсатом и компрессор подающий испаренный хлор на **Секцию 500**, хлорирование TCE. Аварийные емкости хлора при контейнерной поставке не предусматриваются

- хранение РеСА технического, с концентрацией н/м 95.5% масс. в емкостях V-528/1,2 объемом 50 м³ каждая. **Материал** ///////////////. Подача в процесс производства PERC насосом P-517/1,2. Хранение под азотной подушкой с дыханием на санитарную колонну

- хранение кубовых остатков РеСА с остатками металокомплексного катализатора на основе хлорного железа (III) в емкостях V-550/1,2 объемом 10 м³ каждая. Хранение под азотной подушкой с дыханием на санитарную колонну. **Материал** ///////////////. Отгрузка на нейтрализацию катализатора насосом P-550/1,2.

- хранение первичных кубовых остатков PERC в емкости V-528/3 объемом 50 м³. **Материал** ///////////////. Подача в процесс насосом P-517/3,4. Хранение под азотной подушкой с дыханием на санитарную колонну.

- хранение вторичных кубовых остатков PERC в емкостях V-576/1,2 объемом 20 м³ каждая. **Материал** ///////////////. Отгрузка насосом P-577/1,2. Хранение под азотной подушкой с дыханием на санитарную колонну

- хранение кубовых остатков колонны С-501 с остатками катализатора в емкостях V-577/1,2 объемом 10 м³ каждая. **Материал** ///////////////. Отгрузка насосом P-577/1,2. Хранение под азотной подушкой с дыханием на санитарную колонну.

- хранение электрощелоков, **п. 1.1.4** в обогреваемых резервуарах V-502/1,2, каждый объемом 250 м³. **Материал** ///////////////. Подача в процесс насосом P-503/1,2. Хранение при атмосферном давлении.

- хранение отработанных электрощелоков (раствора хлорида натрия) после омыления в обогреваемых резервуарах V-507/1.2, каждый объемом 250 м³. **Материал** ///////////////. Подача на электролиз насосом P-508/1,2. Хранение при атмосферном давлении.

- хранение товарного PERC с концентрацией 99.5% масс. в емкостях V-501,502 объемом 50 м³ каждая. **Материал** ///////////////. Отгрузка насосом P-501,502. Хранение под азотной подушкой с дыханием на санитарную колонну. Температура хранения не выше +25°C, емкости оборудованы змеевиками с циркулирующим рассолом минус 8-10°C.

- хранение товарного PERC с концентрацией 98.5% масс. в емкостях V-503,504 объемом 50 м³ каждая. **Материал** ///////////////. Отгрузка насосом P-503,504. Хранение под азотной подушкой с дыханием на санитарную колонну. Температура хранения не выше +25°C, емкости оборудованы змеевиками с циркулирующим рассолом минус 8-10°C.

- хлорное железо (III) и /////////////// для приготовления металлокомплексного катализатора, хранятся в таре поставщика на закрытом складе. В качестве растворителя используется ТеСА.

1.2.1.2 Секция 500. Жидкофазное каталитическое хлорирование ТСЕ.

1.2.1.3 Секция 200. Омыления РеСА.

1.2.1.4 Секция 300. Азеотропная осушка и ректификация PERC.

Приготовление металлокомплексного катализатора на основе хлорного железа (III), производится периодически на **Секции 500**.

Переработка первичных кубовых остатков PERC производится периодически на **Секциях 200,300**.

1.2.1.5 Объекты ОЗХ. Для установки производства PERC необходимы следующие энергоресурсы:

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

- производство водяного пара ВД, СД, НД

- градирни и водооборот

- производство деминерализованной воды

- производство захоложенной воды до +5°C

- рассольные холодильные установки до минус 10°C

1.2.1.5 Секция 001. Нейтрализация стоков и абгазов (включая санитарные колонны) входит в состав ОЗХ комплекса для производства хлорсодержащих органических растворителей.

1.2.1.6 Секция 002. Производство хлора и электрощелоков (диафрагменный электролиз), входит в состав ОЗХ, комплекса для производства хлорсодержащих органиче-

ских растворителей или имеется в составе электролитических производств хлора и каустика, располагающихся на стороне в разумной близости.

1.2.1.7 Секция 003. Нейтрализация кубовых остатков при производстве РеСА с остатками металлокомплексного катализатора на основе хлорида железа (III). Количество этих остатков очень незначительные.

Согласно ТЗ, объекты ОЗХ не входят в состав БП, но все исходные данные для расчета ОЗХ (включая санитарные колонны и очистные сооружения) выдаются базовым проектировщиком.

А также следует смотреть п. 1.4 «Энергоресурсы».

1.2.2 Основным оборудованием в границах проектирования является:

1.2.2.1 Секция 500. Жидкофазное каталитическое хлорирование ТСЕ. **Материал** /////.

Сепаратор S-501 для гарантированного удаления жидкого хлора.

Реактор R-500 жидкофазного каталитического хлорирования ТСЕ. Катализатор – металлокомплексный.

Подогреватель E-500 разогрев ТСЕ паром НД при подаче на реактор **R-500**

Сепаратор S-500 на сбросе азота в коллектор FS

Рассольный холодильник E-500 циркуляционного контура для **R-500**

Буферная емкость V-500 реакционной смеси, подача на колонну C-500

Колонна ректификационная C-500 для разделения ТСЕ и РеСА

Водяной конденсатор E-507 паров ТСЕ от **C-500**

Флегмовая емкость V-511 колонны **C-500**

Кипятильник E-504 колонны **C-500**

Фильтр F-514/1,2 куба колонны **C-500**.

Колонна ректификационная C-501 для разделения РеСА и тяжелых остатков

Водяной конденсатор E-508 паров РеСА от **C-501**

Флегмовая емкость V-512 колонны **C-501**

Кипятильник E-505 колонны **C-501**

Водяной холодильник E-511K кубовые продукты на склад

1.2.2.2 Секция 200. Омыление РеСА. **Материал** ///////////////.

Реактора ///////////////, горизонтальные **R-206/1,2** омыления РеСА натриевой щелочью. Реактора работают последовательно.

Сепарационные колонны C-206/1.2, как составная часть реакторов омыления.

Водяной конденсатор E-207/1 паров PERC от **C-206/1**.

Емкость раздела фаз V-209/1 воды и PERC от E-207/1.

Водяной конденсатор E-207/2 паров PERC от C-206/2.

Емкость раздела фаз V-209/2 воды и PERC от E-207/2.

Водяной холодильник E-206 раствора хлорида натрия после R-106/2.

Буферная емкость V-201 PERC на азеотропную осушку.

1.2.2.3 Секция 300. Ректификация PERC. **Материал** ////////////////.

Колонна C-304 азеотропная осушка PERC.

Кипятильник E-304A колонны C-304

Водяной конденсатор E-305 колонны C-304

Емкость раздела фаз V-309A воды и PERC от E-305.

Фильтр F-314/1,2 куба колонны C-304.

Колонна ректификационная C-311 выпуск PERC с качеством 99.9% и 98.5% масс

Кипятильник E-312 колонны C-311

Водяной конденсатор E-313 колонны C-311

Флегмовая емкость V-311 колонны C-311

Водяной холодильник E-311 PERC 99.9% и 98.5% масс на склад

Водяной холодильник E-311K первичные кубовые продукты на склад

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

1.3 Общие требования к проектированию

1.3.1 Все расчеты будут выполнены на эффективное рабочее время **8.000 часов/год**. Вся установка и все оборудование будет спроектировано, таким образом, чтобы количество непредвиденных остановок было минимизировано. Полная остановка для проведения капитального ремонта и проверки оборудования, запланирована не реже чем один раз в два года, но согласуется и производится в соответствии требованиями органов технического надзора страны строительства.

1.3.2 Запас мощности 10% при проектировании оборудования рассчитывается от 10.000 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.

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

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

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

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

Параметры по п.1.3.3 – 1.3.6 подлежат корректировке по нормам и правилам страны строительства в документации стадии «Проект».

1.3.7 Базовое проектирование основывается на стандартах, указанных по п. 1.7.

1.3.8 Склады приема и хранения РеСА регламентируются в полном соответствии с **Приложением 19**.

1.3.9 Материалы допускаемые к контакту хлором и хлорорганическими продуктами (емкости хранения, трубы и фитинги, насосное оборудование, прокладки, шланги, крепеж, уплотнители для трубной резьбы, термогильзы) используются в полном соответствии с **Приложением 20**.

1.3.10 Хранение электрощелоков и раствора хлорида натрия после омыления определяется согласно норм и правил страны строительства.

1.3.11 Склады хранения PERC и смеси TCE+PERC в соотношении 50% на 50% определяется согласно норм и правил страны строительства, **Приложение 10**. Наличие спутников охлаждения с температурой носителя минус 8-10°C, является обязательным для трубопроводов приема на склад, складских перекачек и отгрузки.

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

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

1.3.13 Все основное динамическое оборудование предусматривается с резервом.

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

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

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

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

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

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

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

1.3.21 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.

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

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

1.3.24 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.

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.

1.3.25 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.

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

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

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

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

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

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

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

В объем 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.
- 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 всех без исключения абгазов в санитарных колоннах не входит в состав БП.

1.3.30 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.

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

Согласно ТЗ, объекты ОЗХ не входят в состав БП, но все исходные данные для расчета ОЗХ (включая санитарные колонны и очистные сооружения) выдаются базовым проектировщиком.

1.4 Энергоресурсы необходимые для производства растворителей на основе хлорпроизводных непредельных и алифатических углеводородов:

- компримирование воздуха технического, осушку воздуха КиП, производство азота технического
- производство водяного пара ВД, СД, НД
- градирни и водооборот
- производство деминерализованной воды
- производство захлажденной воды до +5°C
- рассольные холодильные установки до минус 10°C

1.5 Аварийные сбросы.

Сбросы при срабатывании ППК, направляются на санитарные колонны по коллектору SS и после нейтрализации вредных веществ инерты сбрасываются в атмосферу.

Азот со следами хлора или хлороводородов направляется на санитарные колонны по коллектору FS и после нейтрализации вредных веществ инерты сбрасываются в атмосферу.

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

Принципиальная **Схема 1** сбросов в коллектора:

FS – коллектор абгазов хлороводородов

SS – коллектор сбросов при аварийных ситуациях

Схема 1.



1.6 Климатические условия.



1.7 Стандарты и нормы. Единицы измерения.



- хранение TCE с концентрацией 98.5% масс. в емкостях V-11,12 объемом 50 м³ каждая. **Материал** ///////////////. Отгрузка насосом P-5,6. Хранение под азотной подушкой с дыханием на санитарную колонну. Температура хранения не выше +15°C, емкости оборудованы змеевиками с циркулирующим рассолом минус 8-10°C.

- хранение смеси TCE+PERC в соотношении 50% на 50%, в емкостях V-11,12 объемом 50 м³ каждая. **Материал** ///////////////. Отгрузка насосом P-7/1.2 Хранение под азотной подушкой с дыханием на санитарную колонну. Температура хранения не выше +15°C, емкости оборудованы змеевиками с циркулирующим рассолом минус 8-10°C.

Хранение TCE и товарной смеси TCE+PERC в составе производства дегидрохлорированием тетрахлорэтана до TCE, 20 тыс. т/год <https://makston-engineering.ru/bazovyy-proyekt-no1>

- Хранение жидкого хлора предусматривается в составе производства электролиза после его осушки от влаги (не входит в состав базового проекта), п. 1.1.4.4. При поставке хлора в танк-контейнерах, хранение на открытом складе под навесом в объеме месячной потребности. Блок испарения жидкого хлора (при контейнерной поставке) включает в себя испаритель (проточный теплообменный аппарат) обогреваемый паровым конденсатом и компрессор подающий испаренный хлор на **Секцию 500**, хлорирование TCE. Аварийные емкости хлора при контейнерной поставке не предусматриваются

- хранение РеСА технического, с концентрацией н/м 95.5% масс. в емкостях V-528/1,2 объемом 50 м³ каждая. **Материал** ///////////////. Подача в процесс производства PERC насосом P-517/1,2. Хранение под азотной подушкой с дыханием на санитарную колонну

- хранение кубовых остатков РеСА с остатками металлокомплексного катализатора на основе хлорного железа (III) в емкостях V-550/1,2 объемом 10 м³ каждая. Хранение под азотной подушкой с дыханием на санитарную колонну. **Материал** ///////////////. Отгрузка на нейтрализацию катализатора насосом P-550/1,2.

- хранение первичных кубовых остатков PERC в емкости V-528/3 объемом 50 м³. **Материал** ///////////////. Подача в процесс насосом P-517/3,4. Хранение под азотной подушкой с дыханием на санитарную колонну.

- хранение вторичных кубовых остатков PERC в емкостях V-576/1,2 объемом 20 м³ каждая. **Материал** ///////////////. Отгрузка насосом P-577/1,2. Хранение под азотной подушкой с дыханием на санитарную колонну

- хранение кубовых остатков колонны С-501 с остатками катализатора в емкостях V-577/1,2 объемом 10 м³ каждая. **Материал** ///////////////. Отгрузка насосом P-577/1,2. Хранение под азотной подушкой с дыханием на санитарную колонну.

- хранение электрощелоков, п. 1.1.4 в обогреваемых резервуарах V-502/1.2, каждый объемом 250 м³. **Материал** ///////////////. Подача в процесс насосом P-503/1,2. Хранение при атмосферном давлении.

- хранение отработанных электрощелоков (раствора хлорида натрия) после омыления в обогреваемых резервуарах V-507/1.2, каждый объемом 250 м³. **Материал** ///////////////. Подача на электролиз насосом P-508/1,2. Хранение при атмосферном давлении.

- хранение товарного PERC с концентрацией 99.5% масс. в емкостях V-501,502 объемом 50 м³ каждая. **Материал** ////////////////. Отгрузка насосом P-501,502. Хранение под азотной подушкой с дыханием на санитарную колонну. Температура хранения не выше +25°C, емкости оборудованы змеевиками с циркулирующим рассолом минус 8-10°C.

- хранение товарного PERC с концентрацией 98.5% масс. в емкостях V-503,504 объемом 50 м³ каждая. **Материал** ////////////////. Отгрузка насосом P-503,504. Хранение под азотной подушкой с дыханием на санитарную колонну. Температура хранения не выше +25°C, емкости оборудованы змеевиками с циркулирующим рассолом минус 8-10°C.

- хлорное железо (III) и //////////////// для приготовления металлокомплексного катализатора, хранятся в таре поставщика на закрытом складе. В качестве растворителя используется ТеСА.

2.3.2 Секция 500. Жидкофазное каталитическое хлорирование ТСЕ.

2.3.2.1 ТСЕ, с концентрацией 98.5% масс. подается со склада, из емкостей хранения V-11,12 насосом P-5,6 через подогреватель E-500 в реактор R-500. Расход ТСЕ ///////////////, регулирование по уровню в реакторе с коррекцией по расходу рециклового ТСЕ после колонны С-500, **Секция 200**. Температура ТСЕ после подогревателя н/б //////////////°C, при давлении н/б 3.0 бар.

2.3.2.2 Подача хлор-газа, на **Секцию 500** производится после испарителя жидкого хлора, который расположен на секции электролиза, температура подачи от испарителя н/б //////////////°C при давлении до 1.5 бар. Для гарантированного исключения попадания жидкого хлора в реактор, имеется сепаратор S-501, обогреваемый паром НД. Расход хлор-газа регулируется по расходу свежего ТСЕ, соотношение подачи ТСЕ к хлор-газу //////////////.

2.3.2.3 Реактор R-500 вертикальный, цилиндрический аппарат имеющий внутренний змеевик с циркулирующей захлажденной водой 7°C. Регулирование температуры производится регулирующим клапаном 500-TV-501 на линиях захлажденной воды, работа регулирующего клапана по прибору 500-TIC-501 установленному на 1/2 высоты реактора.

2.3.2.4 Перед включением в работу реактор заполняется ТСЕ 98.5% масс., заполнение по уровнемерам раздела фаз, которые установлены в верхней части реактора.

Хлор и ТСЕ подаются в нижнюю часть реактора, по барботеру для хлора и завихрителю для ТСЕ. Хлорирование ведется с избытком ТСЕ **////////** по отношению к подаваемому хлору. Подача металлокомплексного катализатора, **////////// от свежего сырья**, осуществляется в кубовую часть, реактора дозировочным насосом Р-542А, через завихритель.

2.3.2.5 Циркуляция реакционной массы осуществляется насосом Р-500А,В через холодильник Е-500 охлаждаемый рассолом с температурой минус 10°С. Регулирование температуры в реакторе производится регулирующим клапаном 500-TV-503 установленном на байпасе потока с нагнетания насоса помимо теплообменника, работа регулирующего клапана по прибору 500-TIC-501 установленному на 1/3 высоты реактора. Реакционная масса поступает на всас насоса через штуцер расположенный на 1/3 высоты реактора, возврат с нагнетания насоса через штуцер расположенный на 2/3 высоты реактора.

2.3.2.6 Давление в реакторе поддерживается подачей азота через клапанную сборку, клапан 500-PV-500 работает на подаче азота в реактор R-500, а клапан 500-PV-500А на сбросе азота в коллектор FS и далее на санитарную очистку, работа регулирующих клапанов по прибору 500-PIC-500 установленному по верху реактора. Давление в R-500 **около //////////**. Для исключения уноса капель жидкости парогазовый поток подается на санитарную колонну, через сепаратор S-500, уровень жидкости периодически откачивается в емкости V-11,12, которые работают, как сырьевые при хлорировании ТСЕ.

2.3.2.7 Режим работы R-500:

- температура в реакторе **////////°С**
- давление **//////// бар**
- время пребывания реакционной смеси **///// мин**
- соотношение подачи ТСЕ к хлор-газу (для первого реактора) **//////////**
- количество металлокомплексного катализатора на основе хлорного железа (III) **////////% масс**

2.3.2.8 Уровень в реакторе R-500 поддерживается откачкой реакционной массы насосом Р-500А,В в буферную емкость V-500. Этот же насос используется и для циркуляции по реактору R-500, п. **2.3.2.5**. Буферная емкость работает под азотной подушкой. Давление поддерживается подачей азота через клапанную сборку, клапан 500-PV-501 работает на подаче азота, а клапан 500-PV-501А на сбросе азота в коллектор FS и далее на санитарную очистку, работа регулирующих клапанов по прибору 500-PIC-500 установленному по верху емкости.

2.3.2.9 Реакционная масса из буферной емкости насосом Р-502/1,2 подается в среднюю часть колонны С-500. Подача по уровню в емкости V-500 с коррекцией по рас-

ходу. Колонна имеет 50 колпачковых тарелок, что позволяет производить качественное разделение TCE и PeCA.

2.3.2.10 Пары с верха колонны С-500 поступают в межтрубное пространство водяного конденсатора Е-507. Дистиллят из конденсатора сливается в емкость флегмы V-511 и подается насосом Р-511/1,2 на орошение колонны, а балансовое количество откачивается в реактор R-500 или в емкости V-11,12. Откачка в реактор или на склад производится с коррекцией по уровню в емкости V-511.

Регулирование температуры верха колонны, н/б **////////°C** производится подачей флегмы н/б 40°C на орошение, регулирующий клапан установлен на линии **//////////**. Флегмовое число колонны **не менее** **//////////**.

Давление в колонне С-500 поддерживается регулирующим клапаном на линии **//////////**.

2.3.3.11 Куб колонны С-500 обогревается паром СД через кипятильник Е-504, расходом **////////// кг/час**. Регулирование подачи пара по температуре в кубе колонны. Кубовый продукт откачивается насосом Р-508/1,2 через фильтр F-514/1,2 в среднюю часть колонны С501, с коррекцией по уровню в кубе колонны.

2.3.3.12 Режим работы ректификационных колонн С-500

- температура верха **////////°C**.

- температура куба **////////°C**

- давление **////////// бар**

2.3.2.13 Кубовый продукт колонны С-500 подается насосом Р-500/1,2 в среднюю часть колонны С-501.

2.3.2.14 Пары с верха колонны С-501 поступают в межтрубное пространство водяного конденсатора Е-508. Дистиллят из конденсатора сливается в емкость флегмы V-512 и подается насосом Р-512/1,2 на орошение колонны, а балансовое количество откачивается в емкости хранения PeCA V-528/1,2. Откачка на склад производится с коррекцией по уровню в емкости V-511, подача в процесс производства PERC насосом Р-517/1,2.

Регулирование температуры верха колонны, н/б **////////°C** производится подачей флегмы н/б 40°C на орошение, регулирующий клапан установлен на линии **//////////**. Флегмовое число колонны **не менее** **//////////**.

Давление в колонне С-501 поддерживается регулирующим клапаном на линии **//////////**.

2.3.3.15 Куб колонны С-501 обогревается паром СД через кипятильник Е-505, расходом **////////// кг/час**. Регулирование подачи пара по температуре в кубе колонны. Кубовый продукт откачивается насосом Р-509/1,2 в емкости хранения кубовых остатков PeCA

V-550/1,2, с остатками металлокомплексного катализатора. Откачка на склад через водяной холодильник E-511K, для снижения температуры н/б 40°C Отгрузка на нейтрализацию катализатора насосом P-550/1,2 (не входит в состав базового проекта).

2.3.3.16 Режим работы ректификационных колонн С-500

- температура верха //////////////°C.
- температура куба //////////////°C
- давление ////////////// бар

2.3.4 Секция 200. Омыление РеСА. Материал //////////////.

2.3.4.1 Электролитическая щелочь с концентрацией 110-135 г/дм³ из резервуаров V-502/1,2 подается насосом P-503/1,2 в нижнюю часть реактора R-206/1. Расход электроцелочков //////////////, регулирование по расходу, с коррекцией по уровню в реакторе.

2.3.4.2 РеСА из емкостей V-528/1,2 подается насосом P-517/1,2,3,4 в нижнюю часть реактора R-206/1. Расход //////////////, регулирование по расходу с коррекцией по расходу электроцелочков.

2.3.4.3 Мольное соотношение РеСА и электроцелочков составляет /////////////// Время пребывания в реакторе определяется по содержанию NaOH в отработанных электроцелочках на выходе из R-206/1, н/б ///////////////. Минимальная концентрация щелочи позволяет ингибировать образование дихлорацетилена, реакция (AA), а образующиеся количества при разложении не могут превысить взрывоопасную концентрацию. А также, для снижения, возможной взрывоопасной концентрации дихлорацетилена, процесс в реакторе ведется ///////////////

2.3.4.3 Пары PERC-сырца и воды через сепарационную колонну С-206/1 поступают в межтрубное пространство водяного конденсатора E-207/1. Дистиллят из конденсатора сливается в емкость раздела фаз V-209/1.

Верхний водный слой, н/б 40°C подается, по перепаду давления, на орошение сепарационной колонны С-206/1. Регулирование температуры верха колонны С-206/1, н/б //////////////°C производится подачей флегмы н/б 40°C на орошение, регулирующий клапан установлен на линии ///////////////. На линии слива водного слоя из емкости V-209/1 на верхнюю тарелку С-206/1 установлен поточный рН-метр, рН продукта 9-11 корректировка производится подачей аммиачной воды бочковым насосом дозатором.

Давление в реакторе R-206/1 и сепарационной колонне С-206/1 поддерживается регулирующим клапаном на линии ///////////////

Нижний слой PERC-сырец сливается в буферную емкость V-201 и далее насосом P-202/1,2 подается на азеотропную осушку в колонну С-304. На линии слива PERC-сырца

в буферную емкость V-201 установлен поточный плотномер, плотность продукта н/б 1625 кг/м³ корректировка режима и проверка качества сырья производятся, не дожидаясь достижения критического параметра.

2.3.4.4 Реактор омыления РеСА натриевой щелочью R-206/1 – горизонтальный секционный аппарат, на верхней образующей которого установлена сепарационная колонна С-206/1 имеющая ///////////////. В каждую секцию реактора подается острый пар расходом ///////////////, регулирование по расходу с коррекцией по температуре в реакторе и на верхней тарелке колонны С-206/1.

Режим работы R-206/1 и сепарационной колонны С-206/1:

- температура в реакторе //////////////°С
- температура на верхней тарелке колонны С-206/1 //////////////°С
- давление ////////////// бар
- время пребывания реакционной смеси ////// мин
- рН водной вытяжки 9-11 //////////////

2.3.4.5 Уровень в реакторе R-206/1 поддерживается откачкой частично отработанных электрощелоков насосом Р-210/1,2 в реактор R-206/2 с коррекцией по содержанию ///////////////, на выходе из R-206/1. Этот же насос используется и для циркуляции по реактору R-206/1 для интенсификации процесса омыления.

2.3.4.6 Реактор R-206/2 конструктивно аналогичен R-206/1. Он служит для омыления остаточного РеСА и отпарки хлорорганики из солевого раствора. В каждую секцию реактора подается острый пар расходом //////////, регулирование по расходу с коррекцией по температуре в реакторе и на верхней тарелке колонны С-206/2.

2.3.4.7 Пары PERC-сырца и воды через сепарационную колонну С-206/2 поступают в межтрубное пространство водяного конденсатора Е-207/2. Дистиллят из конденсатора сливается в емкость раздела фаз V-209/2.

Верхний водный слой, н/б 40°С подается, по перепаду давления, на орошение сепарационной колонны С-206/2. Регулирование температуры верха колонны С-206/2, н/б //////////////°С производится подачей флегмы н/б 40°С на орошение, регулирующий клапан установлен на линии ///////////////. На линии слива водного слоя из емкости V-209/2 на верхнюю тарелку С-206/2 установлен поточный рН-метр, рН продукта 9-11 корректировка производится подачей аммиачной воды бочковым насосом дозатором.

Нижний слой PERC-сырец сливается в буферную емкость V-201 и далее насосом Р-202/1,2 подается на азеотропную осушку в колонну С-304. На линии слива PERC-сырца в буферную емкость V-201 установлен поточный плотномер, плотность продукта н/б 1625

кг/м³ корректировка режима и проверка качества сырья производятся, не дожидаясь достижения критического параметра.

Давление в реакторе R-206/2 и сепарационной колонне C-206/2 поддерживается регулирующим клапаном на линии //

2.3.4.8 Режим работы R-206/2 и сепарационной колонны C-206/2:

- температура в реакторе //////////////°C
- температура на верхней тарелке колонны C-206/2 //////////////°C
- давление ////////////// бар
- время пребывания реакционной смеси // //////////////
- pH водной вытяжки //////////////

2.3.4.9 Уровень в реакторе R-206/2 поддерживается откачкой отработанных электроцеллоков (солевого раствора) насосом P-305/1,2 в резервуары V-507/1.2. Откачка производится с коррекцией //, на выходе из R-206/2. Откачка отработанных щелоков, н/б 40°C производится через водяной холодильник E-206.

2.3.4.10 В момент пуска и остановки, а также в случаях неполадок на установке дегидрохлорирования PeCA, // (не входят в состав базового проекта).

2.3.5 Секция 300. Азеотропная осушка и ректификация PERC.

2.3.5.1 PERC-сырец из буферной емкости V-201 насосом P-202/1,2 подается в среднюю часть колонны азеотропной осушки C-304. Подача по уровню в емкости V-201 с коррекцией по расходу. Расход PERC-сырца ///////////////. Колонна азеотропной осушки разделена //

2.3.5.2 Пары с верха колонны поступают в межтрубное пространство водяного конденсатора E-305. Дистиллят из конденсатора сливается в емкость раздела фаз V-309A.

Верхний слой PERC с повышенным содержанием воды, подается насосом P-309A/1,2 на орошение колонн C-206/1,2 н/б 40°C, как на прямую, так и через емкости раздела фаз V-209/1,2. Подача по уровню водного слоя в емкости V-309A с коррекцией по расходам на колонны или в емкости.

Нижний слой PERC сливается в буферную емкость V-201 и далее насосом P-202/1,2 возвращается в колонну C-304. Регулирование температуры верха колонны C-304, н/б //////////////°C производится подачей PERC-сырца, н/б 40°C из емкости V-201.

Давление в колонне C-304 поддерживается регулирующим клапаном на линии //.

2.3.5.3 Куб колонны обогревается паром СД через кипятильник E-304, расходом // Регулирование подачи по температуре в кубе колонны. Осушенный PERC с

массовой долей воды н/б 0.01% масс. для PERC с качеством 99.6% или 0,02% масс. для PERC с качеством 98.5% масс. подается насосом P-304/1,2 через фильтр F-314/1,2 на питание колонны С-311 на ////////////// тарелки. Регулирование подачи по уровню в кубе колонны С-304 с коррекцией по расходам.

2.3.5.4 Режим работы колонны азеотропной осушки С-304:

- температура верха //////////////°С.
- температура куба //////////////°С
- давление /////// бар
- рН водной вытяжки ////////////// //////////////

2.3.5.5 PERC из буферной емкости V-304 подается насосом P-304/1,2 на колонну С-311, подача по уровню в емкости с коррекцией по расходам на колонны.

2.3.5.6 Колонна С-311 имеет ////////////// тарелок, что позволяет осуществлять выпуск продукта 99.9% масс. и 98.5% масс. Нагрузка колонны по сырью до 10.000 т/год.

2.3.5.7 Пары с верха колонны С-311 поступают в межтрубное пространство водяного конденсатора Е-313. Дистиллят из конденсатора сливается в емкость флегмы V-311.

Регулирование температуры верха колонны, н/б //////////////°С производится подачей флегмы н/б 40°С на орошение, регулирующей клапан установлен на линии ///////////////. Флегмовое число колонны не менее ///////////////, балансовое количество PERC откачивается на склад насосом P-311/1,2 в емкости V-501,502 или в емкости V-503,504 в зависимости от концентрации PERC Откачка производится через водяной холодильник Е-311, н/б 40°С с коррекцией по уровню в емкости V-311.

Давление в колонне С-311 поддерживается регулирующим клапаном на линии //////////////

2.3.5.8 Куб колонны С-311 обогревается паром СД через кипятильник Е-312, расходом ///////////////. Регулирование подачи пара по температуре в кубе колонны. Кубовые продукты откачивается на склад насосом P-311K/1,2 (имеет циркуляцию в куб колонны) в емкость V-528/3 для первичных кубовых продуктов или в емкости V-576/1,2 для вторичных кубовых продуктов. Откачка производится через водяной холодильник Е-511K, н/б 40°С с коррекцией по уровню в кубе колонны.

2.3.5.9 Режим работы ректификационной колонны С-311

- температура верха //////////////°С.
- температура куба //////////////°С
- давление ////////////// бар
- рН водной вытяжки //////////////

2.3.5.10 Для стабилизации PERC и поддержания рН водной вытяжки 9-11 в колонну ректификации С311 непрерывно подается **//////////**. Подача **//////////** производится дозировочными насосами в линию флегмы. Расход **//////////** составляет **//////////** от расхода PERC на склад.

2.3.6 Переработка кубовых остатков.

2.3.6.1 Переработка первичных кубовых остатков производится по мере заполнения емкости хранения V-528/3 до уровня 80%. При переработке первичных кубовых остатков подача свежего сырья PERC не производится. Время переработки первичных кубовых остатков из емкости V-528/3 составляет н/б 48 часов с учетом переходов. Время заполнения емкости V-528/3 составляет 12-15 суток при 100% мощности установки.

2.3.6.2 Первичные кубовые остатки из емкости V-528/3 подаются насосом P-517/3,4 в реактор R-206/1, п. **2.3.4.1**, все дальнейшие действия по уже описанной схеме.

2.3.6.3 Получаемый, в процессе переработки первичных кубовых остатков, PERC с концентрацией 98.5%, является товарным продуктом.

2.3.6.4 Для стабилизации PERC 98.5% и поддержания рН водной вытяжки 9-11 в колонну ректификации С-311 непрерывно подается **//////////**. Подача **//////////** производится дозировочными насосами в линию флегмы. Расход **//////////** от расхода PERC по линии от насоса P-311/1,2 из емкости V-311 на склад.

2.3.6.5 Получаемые, в процессе переработки первичных кубовых остатков, вторичные кубовые остатки отправляются на хранение в емкости V-576/1,2. Вторичные кубовые остатки PERC и еще более тяжелые кубовые остатки (третичные) при производстве TCE <https://makston-engineering.ru/bazovyy-proyekt-no1> по мере накопления отправляются на сжигание (не входит в состав базового проекта).

2.3.6.6 Режим работы ректификационной колонны С-311 при переработке первичных кубовых остатков:

- температура верха **//////////°C.**
- температура куба **//////////°C**
- давление **////////// бар**
- рН водной вытяжки **//////////**

2.3.7 Приготовление металокомплексного катализатора.

2.3.7.1 Хлорное железо (III) и **//////////** для приготовления металокомплексного катализатора, хранятся в таре поставщика на закрытом складе. В качестве растворителя используется TCE.

2.3.7.2 Катализатор готовится поочередно в реакторах R-528/1,2, объем реактора 3.2 м³. Приготовление металлокомплексного катализатора осуществляется под азотом, 0.3 бар, давление регулируется подачей азота из сети и сдувкой на санитарные колонны. Подача катализатора в процесс насосом P-542A, через мерник.

2.3.7.3 TCE со склада хранения из емкостей V-11,12 насосом P-5,6 через мерник V-581) подается в один из реакторов R-528/1,2, загружают ////////////// TCE, через воронку засыпают ////////////// безводного хлорного железа. Прием ////////////// в реактор R-528/1,2 осуществляется через мерник V-589, загружают //////////////

2.3.7.4 Реакционную массу перемешивают до полного растворения хлорного железа. Длительность синтеза одной порции катализатора составляет ////////////// Готовый катализатор из работающего реактора R-528/1,2 подается дозировочным насосом P-528/1,2 в реактор R-500, хлорирования TCE.

2.4 Расходные коэффициенты по секциям 500, 200, 300 при хлорировании TCE, омылении TeCA и переработке кубовых остатков.

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

2.4.1 Секция 500. Хлорирование TCE. (расход кг на 1 т PeCA)

Трихлорэтилен //////////////

Хлор испаренный //////////////

Металлокомплексный катализатор //////////////

Водяной пар СД ////////////// Гкал

Электроэнергия ////////////// кВт*час

Полихлориды

2.4.2 Секции 200, 300. Омыления TeCA, азеотропная осушка и ректификация PERC (расход кг на 1 т PERC).

Пентахлорэтан //////////////

Электролитическая щелочь ////////////// на 100% едкий натр (в рецикле)

Аммиак //////////////

Триэтиламин //////////////

Водяной пар НД ////////////// Гкал

Электроэнергия ////////////// кВт*час

Первичные кубовые остатки ////////////// от PeCA

Вторичные кубовые остатки ////////////// от первичных кубовых остатков

2.5 Технологические границы и границы проектирования.

Технологические границы и границы проектирования совпадают и ограничиваются:

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

- граница по продукции и полуфабрикатам: секущая арматура на эстакадах от Секций **500, 200, 300** на Секцию **100**

Азот, водяной пар, рассолы, вода оборотная и деминерализованная: секущая арматура на границах Секций **100, 500, 200, 300**.

2.6 Принципиальная BFD схема процесса с рецикловыми потоками.

Схема 1.

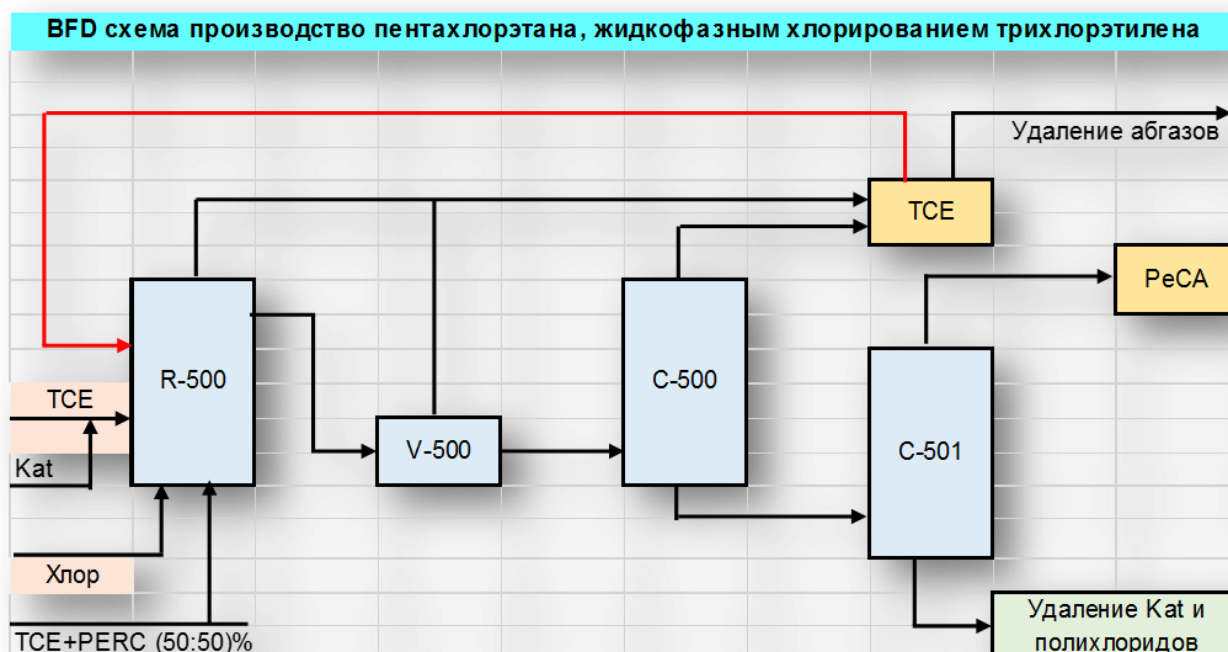


Схема 2.

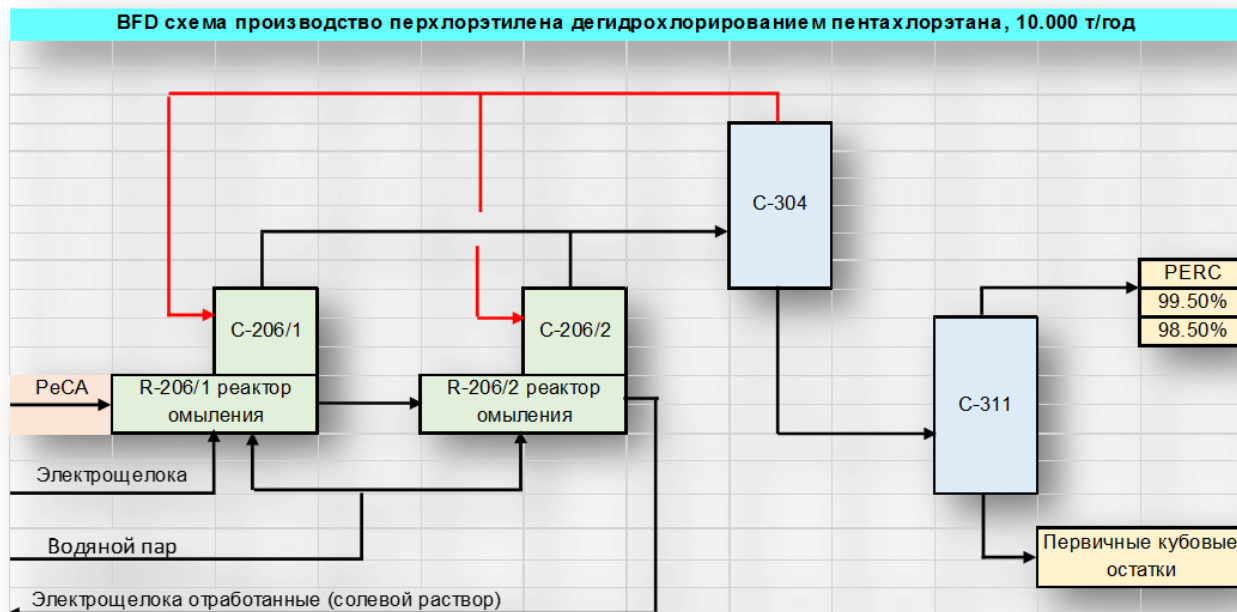
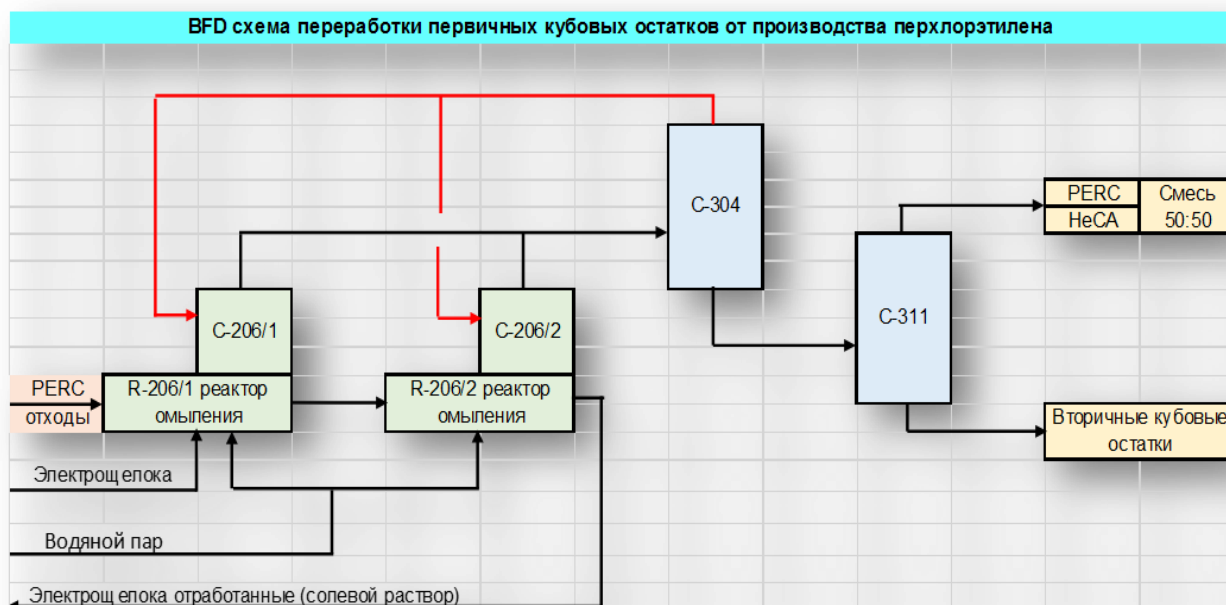


Схема 3.



КНИГА 3.**3. Спецификация сырья, химикатов и готовой продукции.****3.1 Трихлорэтилен 99.9 или 98.5% масс.**

№№ п/п	Наименование показателей	Норма для сорта	
		высший	первый
1	Внешний вид	От бесцветного до светло-желтого	От светло-желтого до умеренно желтого
2	Массовая доля трихлорэтилена, %, не менее	99.9	98.5
3	Плотность при температуре 20°C, г/см ³ , в пределах	1.463-1.465	1.462-1.466
4	Цвет в единицах Хазена, не более	15	25
5	Массовая доля нелетучего остатка, %, не более	0.0006	0.0030
6	Массовая доля воды, %, не более	0.01	0.02
7	рН водной вытяжки	9-10	9-11
8	Массовая доля хлор-иона, %, не более	0.0001	0.0003
9	Проба на фосген	Отсутствие помутнения трихлорэтилена с бензидином через 24 часа	

3.2 Смесь трихлорэтилена и перхлорэтилена при переработке кубовых остатков

№№ п/п	Наименование показателей	Норма для сорта	
		Как растворитель	Как сырье для перхлорэтилена
1	Внешний вид	Желтый	От желтого до коричневого
2	Массовая доля трихлорэтилена, %, не менее	50	Не нормируется
3	Массовая доля перхлорэтилена, %, не менее	Не нормируется	50
4	Плотность при температуре 20°C, г/см ³ , в пределах	1.480-1.545	Не менее 1.545
5	Массовая доля воды, %, не более	0.05	Не нормируется
6	рН водной вытяжки	7-8	7-8
7	Проба на фосген	Отсутствие помутнения трихлорэтилена с бензидином через 24 часа	

3.3 Перхлорэтилен 99.9 или 98.5% масс.

№№ п/п	Наименование показателей	Норма для сорта	
		высший	первый
1	Внешний вид	Бесцветная прозрачная жидкость без эмульгированных и суспендированных частиц (возможен желтоватый оттенок)	
2	Массовая доля трихлорэтилена, %, не менее	99.9	98.5
3	Плотность при температуре 20°C, г/см ³ , в пределах	1.621-1.625	1.619-1.625
4	Цвет в единицах Хазена, не более	15	22
5	Массовая доля нелетучего остатка, %, не более	0.0006	0.0030
6	Массовая доля воды, %, не более	0.01	0.02
7	рН водной вытяжки	6-7.5	6-8

8	Массовая доля кислот в пересчете на HCl, %, не более	0.001	0.0015
	Начальная точка кипения/ конец кипения, °С:	119/121	117/122
10	Тест стабильности (с медью), мг/см ² , не более	0.5	

3.4 Электролитические щелока.

По нормам производства хлора и каустика, содержание NaOH, н/м 110-130 г/дм³

3.5 Электрощелока отработанные (солевой раствор), содержание хлорорганических примесей н/б 70 мг/дм³

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

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

4.1.2 Время цикла опроса модуля ЦПУ РСУ составляет 1 сек.

4.1.3 Время цикла опроса модуля ЦПУ 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 Расфасовка и отгрузка БЦ имеет собственный блок управления, но дублируется и на DCS.

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

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

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

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

4.2 Исходные данные необходимые для проектирования и поставки DCS:

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

- Технологический регламент и технологические инструкции
- Альбом монтажно-технологических схем
- **Описание алгоритмов (контуров управления и регулирования) технологическим процессом включая блокировки и сигнализации**
- Логические диаграммы
- Функциональные схемы автоматизации (диаграммы P&ID, эскизы мнемосхем)
- Перечень входных и выходных сигналов
- Перечень цепей ввода-вывода с указанием позиционных обозначений, шкал, описаний, уставок, предохранительных устройств и т.д., с разбивкой на подсистемы
- Интерфейсы и протоколы обмена со смежными подсистемами, перечень данных интерфейсного обмена
- Электрические схемы подключения исполнительных механизмов, таблицы внешних соединений и подключений
- Схемы электрические принципиальные управления электроприводами, задействованными в DCS
- Схемы электрические подключения силового оборудования, требования к источникам бесперебойного электропитания, перечень оборудования, требующего бесперебойного электропитания, схемы внешних соединений и подключений этого электрооборудования
- Схемы электроснабжения DCS
- Планы аппаратной и операторной включая оборудование DCS
- Кабельный журнал от полевого оборудования до кроссовых шкафов DCS
- Требования к построению графики (цветовые, поведенческие решения)
- Скриншоты 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 используемые при составлении PID схем.

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

4.4 Основные блокировки и сигнализации используемые при составлении PID схем.

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

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 смеси метилцеллозолява и метилкарбитола

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

КНИГА 6.

6. PFD схемы процесса с указанием перечня потоков.

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

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

КНИГА 7.

7. PFD схема с указанием материала оборудования.

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

Материалы оборудования, указанные на схеме, рассматривается совместно с опросными листами на оборудование **КНИГА 14**, а также руководствоваться п. **1.3.18 – 1.3.20**.

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.

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

КНИГА 12

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

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

КНИГА 13

13. Отходы производства

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

КНИГА 14.

14. Опросные листы на технологическое оборудование.

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

- Приложение 14.1 – емкости, деканторы, сепараторы, резервуары
- Приложение 14.2 – насосное оборудование
- Приложение 14.3 – теплообменное оборудование

- Приложение 14.4 – аппараты воздушного охлаждения
- Приложение 14.5 – компрессорное оборудование
- Приложение 14.6 – мешалки
- Приложение 14.7 – колонна фракционирования, реактор
- Приложение 14.8 – фильтры
- Приложение 14.9 – смесители
- Приложение 14.10 – экстракторы и шнековые промыватели
- Приложение 14.11 – оборудование для создания вакуума

КНИГА 14 имеет стандартное оглавление для всех базовых проектов.

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.