

**AFINA CHEMISTRY BASIC DESIGN S.R.L.**

[afinachem.design@gmail.com](mailto:afinachem.design@gmail.com)

MASTER

**Discipline PROCESS:** precipitated silicon dioxide, continuous process of precipitation of silicon dioxide, pesticides, insecticides and fungicides, adsorbent carrier, regulator of fluidity of solids and viscosity of liquids, filler for tires, filler for rubber products and PVC, anti-caking agent

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

**Sign.**

**Date:** 15.08.2023



**Производство осажденного диоксида кремния. Непрерывный процесс, одна линия 100.000 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 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 200. Подготовки сырья для непрерывного процесса.....
- 5.3 Секция 400. Осаждение диоксида кремния, фильтрация и промывка осадка .....
- 5.4 Секция 800. Сушка, хранение осажденного диоксида кремния.....

### 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

ТУ – технические условия

ТР – технологический регламент

ВЛ – границы установки (battery limited)

БП – базовый проект

ОЛ – опросные листы на оборудование

PPS – осаждённый диоксид кремния (белая сажа), Precipitate silica

CS – коллоидный диоксид кремния, Colloidal Silica

FS – пирогенный диоксид кремния, Fumed silica

HS – гидрофобный диоксид кремния, Hydrophobic silica

ТЭП – термоэластопласты

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

ПАЗ – противоаварийная автоматическая защита

ЦПУ РСУ – центральный пункт управления распределенной системы управления

### **Приложения.**

Приложение 1. Техническое задание.

Приложение 6. PFD схемы процесса.

Приложение 7. PFD схемы процесса с материалами.

Приложение 8. P&ID схемы процесса.

Приложение 9. Материальные потоки, тепловые балансы.

Приложение 10. Список материалов, допускаемых к контакту с фильтратом (раствор сульфата натрия) и водами промывки реакторов, фильтров и осадка.

Приложении 11. Потребление энергоносителей.

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

Приложение 15. Перечень механического оборудования.

Приложение 16. Перечень и характеристики электродвигателей.

Приложение 18. Перечень трубопроводов.

Приложение 19. Список материалов, допускаемых к контакту с жидким силикатом натрия.

Приложение 20. Список материалов, допускаемых к контакту с разбавленной и концентрированной серной кислотой и олеумом.

Приложение 21. Технологическая карта синтеза осажденного диоксида кремния для непрерывного процесса, согласно показателям качества ТЗ.

## КНИГА 1.

### 1. Основные проектные решения.

#### 1.1 Введение

**1.1.1** Согласно ТЗ, производство включает в себя получение осажденного диоксида кремния (PPS) 100.000 т/год на одной линии с одним проточным реактором при непрерывном процессе. Обеспечение постоянного качества в течении всего периода, 8400 часов, является основным требованием.

**1.1.2** Выпускаемая продукция распределяется от конъюнктуры рынка и может существенно меняться, в среднем это выглядит следующим образом:

- конвейерные ленты, резиновые ролики и трансмиссионные ремни (повышение прочности на разрыв, улучшение стойкости к истиранию), 10.000 т/год
- ординарные шины и термоэластопласты (армирующие наполнители), 15.000 т/год
- ординарные листы ПВХ и иных полимеров для отделки (улучшение диспергирования пигмента, обеспечение долговечности), 5.000 т/год,
- обувь на резиновой подошве (стойкость к износу и разрыву, улучшение модуля упругости), 5.000 т/год
- порошковые огнетушители, пеногасители, взрывоподавители (защита от влажности и слеживая порошка, создание инертной среды при распылении), 5.000 т/год
- средство против слеживая в кормопроизводстве 15.000 т/год
- пестициды, инсектициды и фунгициды (адсорбирующий носитель и регулятор текучести твердых веществ и вязкости жидкостей. Сохранение качества даже в тропическом климате), 45.000 т/год

Микронизация PPS (мельница) не входит в состав БП и как нам известно выполняется под отдельные партии по требованию покупателя.

**1.1.3** Качество PPS получаемого при непрерывном процессе является ординарным и отличается от того, которое можно достигнуть при периодическом процессе. Но высокое качество и не требуется для направлений использования **п.1.1.2**, достаточно его постоянства. Этот, совершенно иной логистический подход к производству, позволилкратно снизить себестоимость «белой сажи».

**1.1.4** Маркетинги PPS «непрерывного» и «периодического» не пересекаются. «Непрерывный» вытесняет «периодический» из ординарных ниш, за счет очень низкой себестоимости, а «периодический» остается в нишах, где требуется высокое или даже Performance качество, которое недоступно для непрерывного процесса.

**1.1.5** Примером для сравнения может являться базовый проект «Производство осажденного диоксида кремния: армирующие наполнители, адсорбенты, абразивы, загу-

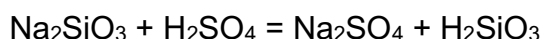
стителю (четыре линии осаждения). 23.000 т/год». <https://makston-engineering.ru/bazovyy-proyekt-no35-new> Распределение выпускаемой продукции по линиям осаждения:

- армирующие наполнители для шин и термоэластопластов (ТЭП), 2\*7.000 т/год
- наполнители и адсорбенты для бумаги и красок, 1\*4.000 т/год
- абразивы и адсорбенты для средств гигиены, в том числе, полости рта и (или) пищевого назначения, 1\*3.500 т/год

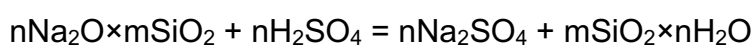
- адсорбенты и загустители для фармацевтической продукции, 2\*750 т/год

Сопоставление с п.1.1.2, конечно же показывает принципиальные различия.

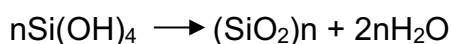
**1.1.6** Реакция осаждения может быть представлена следующим образом:



Или с учетом силикатного модуля



Первая стадия процесса, образование истинного раствора  $\text{SiO}_2$ . Далее простые кремневые кислоты конденсируются до поликремневых кислот, с постепенным увеличением молекулярного веса. Процесс полимеризации в виде реакции представляется:



Стадия образования золя определяется полимеризацией.

Стадия образования геля определяется агрегацией.

**1.1.7** Основными факторами, влияющими на периодический процесс, являются: температура, скорость дозирования, количество и концентрация сырьевых компонентов, pH, число оборотов мешалки, продолжительность каждой стадии синтеза и количество стадий, наличие или отсутствие время успокоения.

При непрерывном процессе исключаются

- продолжительность каждой стадии синтеза
- количество стадий
- наличие или отсутствие времени успокоения
- скорость дозирования.

Все остальные факторы, которые означены для периодического процесса остаются и в непрерывном, а исключенные заменяются временем пребывания в реакторе. При непрерывном процессе, если при дозировании на потоке допущена ошибка исправить эту ошибку по качеству готовой продукции невозможно.

**1.1.8** Силикат натрия поставляется только в жидком виде 35-37% с качеством – «технический». Раствор силиката натрия перед подачей в реактор через смеситель фильтруется, но не разбавляется. Концентрированная серная кислота 95-98% поставля-

ется с качеством – «улучшенная». Согласно ТЗ концентрированная серная кислота перед подачей в реактор разбавляется до 5% обессоленной водой или конденсатом после выпарки сульфата натрия в буферной емкости, на потоке, с последующей фильтрацией перед подачей в реактор через смеситель. Буферная емкость фактически является расширителем на трубопроводе, который обеспечивает достаточное перемешивание, при часовом расходе воды на разбавление  $1000 \text{ м}^3$ .

**1.1.9** Заказчик, на свой запрос, уведомлен, что резервуар для разбавления серной кислоты будет иметь расчетный объем  $1000 \text{ м}^3$ , с учетом 80% заполнения  $1000 \text{ м}^3$ , т.е. резервуар стандартного ряда  $1000 \text{ м}^3$  с учетом суточного запаса 5% серной кислоты. Резервуар изготавливается из сталей устойчивых к разбавленной серной кислоте, что существенно повышает его стоимость.

**1.1.10** Базовый проектировщик рекомендует не использовать резервуар для разбавления серной кислоты, а пользоваться схемой **п.1.1.8** имея достаточный объем хранения конденсата после выпарки сульфата натрия, **п. 1.2.1.1G** и обессоленной воды, **п. 1.2.1.1H**.

## **1.2 Общая информация о проекте.**

Основной целью БП для производства PPS являлась выдача технологических решений и расчет оборудования для одной линии непрерывного процесса производства.

Основные стадии процесса:

- подготовка сырья, **п. 1.1.8**
- реакция осаждение
- фильтрация осажденного диоксида кремния и промывка осадка
- сушка осажденного диоксида кремния
- выделение сульфата натрия

Мощность производства PPS составляет 100.000 тонн/год. Возможны изменения мощности от 60% до 110%. Время работы 8400 часов. Процесс непрерывный.

Заказчик уведомлен, что:

- разница в мощностях непрерывного и периодического процесса, при одном и том же объеме реактора, составляет 5-6 раз и более
- удельные затраты на строительство \$ на выпуск 1 тонны PPS, при непрерывном и периодическом процессе различаются в 1.5-2 раза
- качество воды в непрерывном процессе играет более важную роль, чем в периодическом процессе

- подача разбавленной серной кислоты, силиката натрия, электролита (сульфата натрия) производится через смеситель имеющий внутренние завихрители для лучшего перемешивания и является частью трубопровода. Смеситель расположен максимально близко перед реактором для минимизации процесса высаждения PPS в трубопроводе

- для работы с твердым силикатом натрия, оборудование для растворения может быть рассчитано, как дополнение к БП и смонтировано без остановки производства

- после окончательного выбора сушильного агрегата, **п. 1.3.23С** в базовый проект будут внесены корректировки

- выбор системы охлаждения для реактора (внутренний змеевик или рубашка охлаждения) производится изготовителем реактора, при условии соблюдения теплового баланса по реактору и уведомлением базового проектировщика, **п. 1.3.23D**

- совмещение фильтрации и промывки на одной ступени или разделение на две является решением изготовителя фильтров, при условии выполнения качества фильтрации и промывки, **п. 1.3.23E**

- при составлении «Руководства по эксплуатации», **КНИГА 19**, параметры режима прописываются с учетом того, что переход на другой режим (марку PPS) делается только после кратковременной остановки, для исключения потерь с переходными продуктами

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.

## 1.2.1 Основные секции и блоки:

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

### 1.2.1.1А Хранение жидкого силиката натрия:

- жидкий силикат натрия 35-37% поставляется в вагон-цистернах. Хранение жидкого силиката натрия производится в резервуарах хранения 100-T-260/1,2 объемом **////// м<sup>3</sup>** каждый.

Подача на фильтрацию и далее через смеситель в реактор 400-R-01 производится насосом 100-P-260А,В.

Расчеты объема хранения выполнен согласно ТЗ для 5 суточного запаса и расхода силиката натрия в процесс **//////** т/час. Температура хранения не ниже +30°C

### 1.2.1.1В Хранение серной кислоты:



**Хранение серной кислоты:**

- серная кислота, улучшенная с концентрацией не менее 95% масс. поставляется в вагон-цистернах. Хранение концентрированной серной кислоты производится в резервуарах хранения 100-Т-170/1,2 объемом **//// м<sup>3</sup>** каждый. При хранении серной кислоты контакт с воздухом исключается наличием затворов или преградителей.

Подача на разбавление обессоленной водой или конденсатом после выпарки сульфата натрия до 5% концентрации производится насосом 100-Р-170А,В в буферную емкость 200-V-01, **Секция 200** с последующей фильтрацией перед подачей в реактор через смеситель.

Расчеты объемов хранения концентрированной серной кислоты выполнены согласно ТЗ для 5 суточного запаса и расхода концентрированной серной кислоты на разбавление **//////// т/час**. Температура хранения не ниже +30°С

**1.2.1.1С Хранение готовой продукции:**

- хранение осажденного диоксида кремния производится в силосах 800-V-1,2,3 объемом **////////// м<sup>3</sup> каждый** с учетом заполнения 80% и псевдооживления. Распределение продукции между силосами определяется в процессе эксплуатации.

Хранение в силосах связано с атмосферой. Для исключения слеживания предусматривается периодическая подача осушенного воздуха на создания псевдооживленного слоя. Унесенный диоксид кремния улавливается фильтрами. Отгрузка из силосов в биг-бэги или иную тару, подача на микронизацию (мельницу) не входит в состав БП.

Расчет объема хранения готовой продукции силосов выполнен согласно ТЗ для 5 суточного запаса и расхода PPS в силос **////////// т/час**.

**1.2.1.1D Хранение химикатов:**

- алюминаты, цинкаты, титанаты натрия поставляются на склад в таре поставщика. При хранении необходимо руководствоваться специальными правилами, предоставляемыми изготовителем. Дозирование алюминатов, цинкатов или титанатов натрия в линию промывки осажденного PPS от дозирочного насоса 100-Р-37.

**1.2.1.1E Очистка фильтрата после осаждения PPS:**

- раствор сульфата натрия (фильтрат) с концентрацией, **не превышающей ////%** масс, после **//////////** собирается в параллельно работающие вертикальные деканторы 100-DE11А,В. Объем **//////// м<sup>3</sup>**, каждый. Декантор представляет собой **//////////**. Расчетное время пребывания составляет **(//////////) = 79** мин, этого достаточно для полной декантации. Приход фильтрата составляет **////////// м<sup>3</sup>** на тонну PPS. Объем фильтрата на каждый декантор составит **////////// м<sup>3</sup>/час**. Положиции насосов подающих воду на декантор, **Секция 400**

- очищенная вода из декантор 100-DE11A,B по переливу, на верхней образующей, сливается в общие резервуары 100-T-110/1,2

- оседанию пыли диоксида кремния, в конической части деканторов, способствует система завихрителей. Для исключения ее слеживания в конуса деканторов каждые **////////// минут**. Слив производится до чистой воды, как правило, это составляет **////////// м<sup>3</sup>** **//////////** или за сутки **////////// м<sup>3</sup>** для двух деканторов **////////// в сутки**. При накоплении нежелательных примесей объем сливаемой воды может быть увеличен.

- вода из конической части 100-DE11A,B **//////////**, со взвешенной пылью диоксида кремния, сливается по открытому лотку в горизонтальные деканторы (бассейн-отстойник) 100-DG11A,B.

### 1.2.1.1F Очистка промывной жидкости после промывки осадка PPS. Хранение разбавленного раствора сульфата натрия (фильтрат и промывная жидкость).

- суспензия PPS, с содержанием воды до 30%, после фильтра, п. 1.2.1.1Е подается на промывку. Промывка выполняется конденсатом после выпарки сульфата натрия или обессоленной водой. Вода промывки с концентрацией сульфата натрия **не превышающей** **//////////% масс** собирается в горизонтальные деканторы 100-DG11A,B, работающие поочередно. Вода после промывки оборудования и трубопроводов на **Секциях 400, 800** также сливается в 100-DG11A,B

- объем одного горизонтально декантора составляет **////////// м<sup>3</sup>**. Декантор представляет бассейн на дне которого оседает пыль диоксида кремния. Расчетное время пребывания составляет **////////// 160 мин**, этого достаточно для полной декантации. Приход промывочной жидкости составляет:

- вода промывки осадка **////////// м<sup>3</sup>/час**
- вода из конической части 100-DE11A,B после **//////////** **//////////** м<sup>3</sup>/сут или **//////////** м<sup>3</sup>/час
- вода промывки оборудования и трубопроводов на **Секциях 400, 800** 2 м<sup>3</sup>/час
- осадок со дна отстойников периодически собирается, высушивается и реализуется, как товарный продукт (пыль II). Отстойная вода после 100-DE11A,B насосом 100-P-11A,B подается в резервуары 100-T-110/1,2. При накоплении нежелательных примесей вода из отстойников откачивается на нейтрализацию (не входит в состав БП)

Резервуары 100-T-110/1,2 предназначены для приема очищенной воды, с содержанием сульфата натрия **не более** **//////////% масс.**, после деканторов 100-DE11A,B и 100-DG11A,B. Резервуары объемом **////////// м<sup>3</sup>** каждый являются аккумулялирующими:

- для установки выпарки сульфата натрия 100-ESS-100. Подача на выпарку насосом 100-P-102A,B,C по уровню в резервуарах с коррекцией по расходу

- при работе секции осаждения с использованием электролита (сульфата натрия).  
 Подача на смеситель перед реактором, **Секция 400** насосом 100-P-1002A,B,C по уровню в резервуарах с коррекцией по расходу

Расчеты объемов хранения 100-T-110/1,2 выполнены согласно ТЗ для суточного запаса при приеме **////////%** раствора сульфата натрия **//////// т/час**.

#### **1.2.1.1G Установка выпарки сульфата натрия. Хранение конденсата образующегося при выпарке сульфата натрия.**

- раствор сульфата натрия из резервуаров 100-T-110/1,2 подается насосом 100-P-102A,B,C на установку выпарки 100-ESS-100. Выпарка осуществляется паром НД

- образующиеся водяные пары конденсируются и сливаются в резервуары хранения 100-T-140/1,2 объемом по **//////// м<sup>3</sup> каждый**, соответствует 2-х суточному запасу. Конденсат из резервуаров подается:

- насосом 100-P-200A,B в буферную емкость 200-V-01 (расширитель) на потоке для разбавление концентрированной серной кислоты

- насосом 100-P-140A,B на промывку осажденного PPS после фильтра

- суспензия сульфата натрия, после выпарного аппарата, с концентрацией основного вещества не менее 78% подается на центрифугу 100-CE-100/1,2.

- фугат представляющий собой 21% серную кислоту, в количестве до **//////// т/сут** сливается в емкость 100-V-141 объемом **//// м<sup>3</sup>** и по мере заполнения откачивается насосом 100-P-141A,B в поток разбавленной серной кислоты на реактор

- сульфат натрия после центрифугирования отправляется на измельчение и упаковку. Получаемый сульфат натрия до **////////т/сут**, имеет чистоту 98,9 масс при содержании влаги не более 0.1% масс.

#### **1.2.1.1H Хранение воды обессоленной:**

- обессоленная вода производится на модульной станции 100-DW-100/1,2 расходом не более 50 м<sup>3</sup>/час. Работа станции периодическая, для восполнения потерь:

- при накоплении нежелательных примесей и сбросе воды из 100-DG11A,B на нейтрализацию в объеме большем, чем при нормальной эксплуатации

- при непредвиденных остановках установки выпарки 100-ESS-100

- вода обессоленная хранится в резервуаре 100-T-150 объемом **//////// м<sup>3</sup>** и подается в аварийном режиме, при отсутствии парового конденсата от выпарки сульфата натрия:

- насосом 100-P-2000A,B в буферную емкость 200-V-01 (расширитель) на потоке для разбавление концентрированной серной кислоты

- насосом 100-P-1400A,B на промывку осажденного PPS после фильтра

Регулирование подачи по расходам с коррекцией по уровню в резервуаре.

Конденсат образующийся при выпарке сульфата натрия сбалансирован и даже избыточен относительно потребления на разбавление серной кислоты и промывку осажденного PPS после фильтра.

На период пуска производства, т.к. конденсат от выпарки сульфата натрия отсутствует, обессоленная вода накапливается в резервуарах 100-Т-140/1,2 объемом по **//////////** **м<sup>3</sup> каждый**, а также в резервуаре 100-Т-150 объемом **//////////** **м<sup>3</sup>**. По мере появления конденсата выпарки сульфата натрия резервуары 100-Т-140/1,2 переключаются в режим нормальной эксплуатации.

**1.2.1.5 Секция 200.** Подготовки сырья для непрерывного процесса.

**1.2.1.6 Секция 400.** Осаждение диоксида кремния, фильтрация и промывка осадка.

**1.2.1.7 Секция 800.** Сушка, хранение осажденного диоксида кремния.

**1.2.1.8 Объекты ОЗХ** включают в себя:

- хранение сырья, химикатов и готовой продукции. **Секция 100**
- компримирование воздуха технического, осушку воздуха КиП
- производство азота не предусматривается
- производство водяного пара СД, НД (поставка со стороны)
- градирни и водооборот
- производство обессоленной воды
- установка выпарки для получения сухого сульфата натрия
- очистные сооружения

Согласно ТЗ объекты ОЗХ не входят в состав БП, но все исходные данные для расчета, выдаются базовым проектировщиком.

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

**1.2.2.1 Секция 200.** Подготовки сырья для непрерывного процесса.

**Смеситель 200-М-01** на подаче сырьевых компонентов в реактор **400-Р-01**.

**Фильтр 200-F-01А,В** на линии разбавленной серной кислоты в **200-М-01**.

**Фильтр 200-F-02А,В** на линии силиката натрия в **200-М-01**.

**Фильтр 200-F-03А,В** на линии электролита в **200-М-01**.

**Фильтр 200-F-04А,В** на линии конденсата выпарки в **200-М-01**.

**Теплообменник 200-Е-01А,В** на линии разбавленной серной кислоты в **200-М-01**.

**Теплообменник 200-Е-02А,В** на линии силиката натрия в **200-М-01**.

**Теплообменник 200-Е-03А,В** на линии электролита в **200-М-01**.

Теплообменник **200-F-04A,B** на линии конденсата выпарки в буферную емкость **200-V-01** (расширитель).

**1.2.2.2 Секция 400**. Осаждение диоксида кремния, фильтрация и промывка осадка.

Реактор **400-R-01** осаждения диоксида кремния.

Водяной конденсатор **400-E-01** конденсация паров от **400-R-01**.

////////// фильтр **400-F-13A,B** фильтрация суспензии от **400-R-01**.

////////// ф-льтр **400-F-23A,B** промывка суспензии от **400-R-01**.

Шнековый транспортёр **400-SC-01** подача суспензии на сушилку **800-RD-01,02**.

**1.2.2.3 Секция 800**. Сушка, хранение осажденного диоксида кремния.

Сушилка **800-RD-01,02** осажденного диоксида кремния.

Воздуходувка **800-K-81A,B** для сушилки **800-RD-01**.

Воздуходувка **800-K-811A,B** для сушилки **800-RD-02**.

Паровой подогреватель **800-E-81/1,2** воздуха для сушилок **800-RD-01,02**.

Циклон **800-S-81** для сушилок **800-RD-01,02**.

Охладитель и обеспыливатель **800-E-82/1,2** для сушилок **800-RD-01,02**.

Воздуходувка **800-K-82A,B** на охладитель и обеспыливатель **800-E-82/1**.

Воздуходувка **800-K-821A,B** на охладитель и обеспыливатель **800-E-82/2**.

Циклон **800-S-82** для охладителя и обеспылевателя **800-E-82/1,2**.

Воздуходувка **800-K-83A,B** пневмотранспорта в силоса хранения **800-V-1,2,3**.

Силоса **800-V-1,2,3** хранение готовой продукции.

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

### 1.3 Общие требования к проектированию

**1.3.1** Все расчеты будут выполнены на эффективное рабочее время **8.400 часов/год**. Вся установка и все оборудование будет спроектировано, таким образом, чтобы количество непредвиденных остановок было минимизировано. Учитывая непрерывность процесса, время полной остановки для ремонтов 15 дней в году. Все оборудование, требующее периодической очистки, имеет резервирование.

**1.3.2** Запас мощности 10% при проектировании оборудования рассчитывается от мощности 100.000 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. Объем реактора принят для концентрации силиката натрия, при разбавлении до ////////////% масс, серной кислоты до ////////////% масс.

**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** Прием и хранение жидкого силиката натрия в вагон-цистернах или танк-контейнерах регламентируются в полном соответствии с **Приложением 19**.

**1.3.9** Материалы допускаемые к контакту с разбавленной, концентрированной серной кислотой и олеумом (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** Склады хранения готовой продукции определяется согласно норм и правил страны строительства.

**1.3.11** Материалы допускаемые к контакту с фильтратом (раствор сульфата натрия) и водами промывки реакторов, фильтров и осадка (емкости хранения, трубы и фитинги, насосное оборудование, прокладки, шланги, крепеж, уплотнители для трубной резьбы, термогильзы) используются в полном соответствии с **Приложением 10**.

**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.

**1.3.23A** Расчет перемешивающих устройств должен выполняться квалифицированным производителем имеющим соответствующие сертификаты. Все исходные данные для расчета выдаются базовым проектировщиком.

**1.3.23B** Насосы перекачивающие суспензии после промывки реактора и роторных фильтров не имеют фильтров на линии всаса. Расчет насосов должен выполняться квалифицированным производителем имеющим соответствующие сертификаты. Все исходные данные для расчета выдаются базовым проектировщиком.

**1.3.23C** Рассматриваются два типа сушильных агрегатов: 1) роторные (барабанные) сушилки с поддержанием постоянного уровня и насадками для хрупких и пылящих материалов, 2) ротационные паровые трубчатые сушилки. Расчет сушилок должен вы-

полняться квалифицированным производителем имеющим соответствующие сертификаты. Все исходные данные для расчета выдаются базовым проектировщиком.

**1.3.23D** Выбор системы охлаждения для реактора (внутренний змеевик или рубашка охлаждения) выполняется квалифицированным производителем имеющим соответствующие сертификаты. Все исходные данные для расчета выдаются базовым проектировщиком.

**1.3.23E** Выбор системы фильтрации и промывки PPS выполняется квалифицированным производителем имеющим соответствующие сертификаты. Все исходные данные для расчета выдаются базовым проектировщиком. Оборудование фильтрации промывки выполняются в едином блоке. Совмещение фильтрации и промывки на одной ступени или разделение на две ступени является решением изготовителя фильтров.

**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 сбросов на факел (или выполняются опционально)
- расчет предохранительных клапанов (или выполняются опционально)
- 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 всех без исключения абгазов в санитарных колоннах не входит в состав БП, либо определяются дополнительным соглашением.

**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».

#### **1.4 Энергоресурсы** необходимые для производства PS:

- компримирование воздуха технического, осушку воздуха КиП
- производство азота не предусматривается
- производство водяного пара СД, НД (поставка со стороны)
- градирни и водооборот
- производство обессоленной воды
- Согласно ТЗ объекты ОЗХ не входят в состав БП, но все исходные данные для расчета, выдаются базовым проектировщиком.

#### **1.5 Аварийные сбросы.**

Сбросы при срабатывании ППК установленных на линиях водяного пара производятся в атмосферу.

Сбросы при срабатывании ППК установленных на линиях воздуха технического и воздуха КиП производится в атмосферу.

Сбросы при срабатывании ППК установленных на нагнетании насосов перекачивающих водные среды производится в лоток.

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  $600^{\circ}\text{C}$



№	Оборудование/Системы	Стандарт
		да. Шум. Общие требования безопасности - ИУС 9-2015
10	Безопасность	<p>Директивы ЕС 94/9/ЕС (ATEX), а также:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Федеральный закон 116-ФЗ О промышленной безопасности опасных производственных объектов;</li> <li>- Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности "Правила безопасности нефтегазоперерабатывающих производств";</li> <li>- Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности "Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств"</li> <li>- Федеральный закон 69-ФЗ О пожарной безопасности;</li> <li>- Федеральный закон 123-ФЗ Технический регламент о требованиях пожарной безопасности;</li> <li>- СП 155.13130.2014 Склады нефти и нефтепродуктов. Требования пожарной безопасности;</li> <li>- НПБ 110-03 Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и автоматической пожарной сигнализацией;</li> <li>- НПБ 88-2001 Установки пожаротушения и сигнализации. Нормы и правила проектирования;</li> <li>- Федеральный закон 123-ФЗ Технический регламент о требованиях пожарной безопасности;</li> <li>- СП 2.2.1.1312-03 Гигиенические требования к проектированию вновь строящихся и реконструируемых промышленных предприятий;</li> <li>- СП 2.2.2.1327-03 Гигиенические требования к организации технологических процессов, производственному оборудованию и рабочему инструменту</li> <li>- СП 5.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования;</li> <li>- СП 6.13130.2013 Системы противопожарной защиты. Электрооборудование. Требования пожарной безопасности;</li> <li>- СП 12.13130.2009 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности;</li> <li>- СП 43.13330.2012 Сооружения промышленных предприятий;</li> <li>- СП 56.13330.2011. Производственные здания.</li> </ul>
11	Единицы измерения	Международная система единиц (СИ)

## КНИГА 2.

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

#### 2.1 Принципиальные положения технологического процесса.

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

Понимания, что:

- качество PPS получаемого при непрерывном процессе является ординарным и основное требование – это постоянство
- ведение технологического режима при постоянном процессе и периодическом принципиально различаются
- персонал обученный и работающий на периодическом процессе должен получить дополнительные практики для работы на постоянном процессе
- основными факторами, влияющими на постоянный процесс являются: температура, количество и концентрация сырьевых компонентов, рН, число оборотов мешалки, время пребывания
- при непрерывном процессе, если при дозировании на потоке допущена ошибка исправить эту ошибку по качеству готовой продукции не возможно
- ошибки режима приводят к огромному количеству брака, несопоставимому с количествами периодического процесса
- работа параллельных резервуаров, фильтров, сушилок, охладителей повышает ответственность персонала при управлении процессом, распределения потоков между ними должны быть уравновешенными
- переход на другой режим делается после кратковременной остановки, для исключения потерь с переходными продуктами
- при нарушении качества и невозможности произвести исправление в разумные сроки, процесс останавливается и начинается заново, потери в этом случае, менее значительные чем при длительном исправлении
- работа с концентрированной серной кислотой имеет ряд специфических особенностей и требует дополнительного инструктажа персонала
- выпарная установка для получения сухого сульфата натрия, а также сушка готовой продукции являются источниками высоких температур

Раствор жидкого силиката натрия с кремниевым модулем 3,3 имеет ///////////////. Диоксид кремния в горячей суспензии при pH 9-10 начинает коагулировать, если концентрация /////////////// н. Концентрация /////////////// в реакторе осаждения подачей электролита.

Подача электролита предусматривается ///////////////. В процессе эксплуатации Заказчик выбирает наиболее удобную для него схема, т.к. по технологической значимости они идентичны.

Размеры частиц получаемых из водной фазы не должен быть меньше /////////////// нм, размеры частиц могут быть увеличены до /////////////// нм, если при их росте не происходит агрегация.

Описание процесса, **КНИГА 2** и **КНИГА 5** представлено для эксплуатации непрерывного осаждения PPS с максимальным выдерживанием постоянства режима в течении межремонтного пробега.

## **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**

- серная кислота улучшенная, н/м 95% масс
- силикат натрия жидкий технический, н/м 35% масс

### **2.2.2 Вспомогательные материалы**

- алюминаты, цинкаты, титанаты натрия

### **2.2.3 Готовая продукция**

- осажденный диоксид кремния, н/м 99.3% масс.
- пыль (I) осажденного диоксида кремния после циклонов
- пыль (II) осажденного диоксида кремния после деканторов
- сульфат натрия, н/м 98.9% масс

## **2.3 Принципиальное описание процесса по секциям.**

Принципиальное описание представлено для эксплуатации линии осаждения используемых в большинстве схем непрерывного синтеза PPS, предназначено для общего понимания процесса и обоснования границ проектирования и никак не подменяет собой **КНИГУ 5**.

**2.3.1 Секция 100.** Хранение сырья, химикатов и готовой продукции.

### **2.3.1.1А Хранение жидкого силиката натрия:**

- жидкий силикат натрия 35-37% поставляется в вагон-цистернах. Хранение жидкого силиката натрия производится в резервуарах хранения 100-Т-260/1,2 объемом **//////// м<sup>3</sup>** каждый.

Подача на фильтрацию и далее через смеситель в реактор 400-R-01 производится насосом 100-P-260А,В.

Расчеты объема хранения выполнен согласно ТЗ для 5 суточного запаса и расхода силиката натрия в процесс **//////// т/час**. Температура хранения не ниже +30°C

#### **2.3.1.1В Хранение серной кислоты:**

- серная кислота улучшенная с концентрацией не менее 95% масс. поставляется в вагон-цистернах. Хранение концентрированной серной кислоты производится в резервуарах хранения 100-Т-170/1,2 объемом **//////// м<sup>3</sup>** каждый. При хранении серной кислоты контакт с воздухом исключается наличием затворов или преградителей.

Подача на разбавление обессоленной водой или конденсатом после выпарки сульфата натрия до 5% концентрации производится насосом 100-P-170А,В в буферную емкость 200-V-01, **Секция 200** с последующей фильтрацией перед подачей в реактор через смеситель.

Расчеты объемов хранения концентрированной серной кислоты выполнены согласно ТЗ для 5 суточного запаса и расхода концентрированной серной кислоты на разбавление **//////// т/час**. Температура хранения не ниже +30°C

#### **2.3.1.1С Хранение готовой продукции:**

- хранение осажденного диоксида кремния производится в силосах 800-V-1,2,3 объемом **//////// м<sup>3</sup> каждый** с учетом заполнения 80% и псевдооживления. Распределение продукции между силосами определяется в процессе эксплуатации.

Хранение в силосах связано с атмосферой. Для исключения слеживания предусматривается периодическая подача осушенного воздуха на создания псевдооживленного слоя. Унесенный диоксид кремния улавливается фильтрами. Отгрузка из силосов в биг-бэги или иную тару, подача на микронизацию (мельницу) не входит в состав БП.

Расчет объема хранения готовой продукции силосов выполнен согласно ТЗ для 5 суточного запаса и расхода PPS в **силос ////////// т/час**.

#### **2.3.1.1D Хранение химикатов:**

- алюминаты, цинкаты, титанаты натрия поставляются на склад в таре поставщика. При хранении необходимо руководствоваться специальными правилами, предоставляемыми изготовителем. Дозирование алюминатов, цинкатов или титанатов натрия в линию промывки осажденного PPS от дозирочного насоса 100-P-37.

#### **2.3.1.1E Очистка фильтрата после осаждения PPS:**

- раствор сульфата натрия (фильтрат) с концентрацией **не превышающей** **////////%** масс, после **////////фильтра** собирается в параллельно работающие вертикальные деканторы 100-DE11A,B. Объем **//////// м<sup>3</sup>**, каждый. Декантор представляет собой **////////**. Расчетное время пребывания составляет **//////// = 79 мин**, этого достаточно для полной декантации. Приход фильтрата составляет **////////<sup>3</sup>** на тонну PPS. Объем фильтрата на каждый декантор составит **//////// м<sup>3</sup>/час**. Положиции насосов подающих воду на декантор, **Секция 400**

- очищенная вода из декантор 100-DE11A,B по переливу, на верхней образующей, сливается в общие резервуары 100-T-110/1,2

- оседанию пыли диоксида кремния, в конической части деканторов, способствует система завихрителей. Для исключения ее слеживания в конуса деканторов каждые **//////// минут**. Слив производится до чистой воды, как правило, это составляет **////////** или за сутки **//////// м<sup>3</sup>** для двух деканторов **//////// в сутки**. **При накоплении нежелательных примесей объем сливаемой воды может быть увеличен.**

- вода из конической части 100-DE11A,B **////////**, со взвешенной пылью диоксида кремния, сливается по открытому лотку в горизонтальные деканторы (бассейн-отстойник) 100-DG11A,B.

### **2.3.1.1F Очистка промывной жидкости после промывки осадка PPS. Хранение разбавленного раствора сульфата натрия (фильтрат и промывная жидкость).**

- суспензия PPS, с содержанием воды до 30%, после фильтра, п. 1.2.1.1Е подается на промывку. Промывка выполняется конденсатом после выпарки сульфата натрия или обессоленной водой. Вода промывки с концентрацией сульфата натрия **не превышающей** **////////% масс** собирается в горизонтальные деканторы 100-DG11A,B, работающие поочередно. Вода после промывки оборудования и трубопроводов на **Секциях 400, 800** также сливается в 100-DG11A,B

- объем одного горизонтально декантора составляет **//////// м<sup>3</sup>**. Декантор представляет бассейн на дне которого оседает пыль диоксида кремния. Расчетное время пребывания составляет **////////= 160 мин**, этого достаточно для полной декантации. Приход промывочной жидкости составляет:

- вода промывки осадка **//////// м<sup>3</sup>/час**
- вода из конической части 100-DE11A,B после **//////// м<sup>3</sup>/сут** или **//////// м<sup>3</sup>/час**
- вода промывки оборудования и трубопроводов на **Секциях 400, 800** **2 м<sup>3</sup>/час**
- осадок со дна 100-DG11A,B периодически собирается, высушивается и реализуется, как товарный продукт (пыль II). Отстойная вода после 100-DE11A,B насосом 100-P-



11A,B подается в резервуары 100-T-110/1,2. При накоплении нежелательных примесей вода из отстойников откачивается на нейтрализацию (не входит в состав БП)

Резервуары 100-T-110/1,2 предназначены для приема очищенной воды, с содержанием сульфата натрия не более  $//////////\%$  масс., после деканторов 100-DE11A,B и 100-DG11A,B. Резервуары объемом  $//////////\text{ м}^3$  каждый являются аккумулялирующими:

- для установки выпарки сульфата натрия 100-ESS-100. Подача на выпарку насосом 100-P-102A,B,C по уровню в резервуарах с коррекцией по расходу

- при работе секции осаждения с использованием электролита (сульфата натрия). Подача на смеситель перед реактором, Секция 400 насосом 100-P-1002A,B,C по уровню в резервуарах с коррекцией по расходу

Расчеты объемов хранения 100-T-110/1,2 выполнены согласно ТЗ для суточного запаса при приеме  $//////////\%$  раствора сульфата натрия  $//////////\text{ т/час}$ .

### 2.3.1.1G Установка выпарки сульфата натрия. Хранение конденсата образующегося при выпарке сульфата натрия.

- раствор сульфата натрия из резервуаров 100-T-110/1,2 подается насосом 100-P-102A,B,C на установку выпарки 100-ESS-100. Выпарка осуществляется паром НД

- образующиеся водяные пары конденсируются и сливаются в резервуары хранения 100-T-140/1,2 объемом по  $//////////\text{ м}^3$  каждый, соответствует 2-х суточному запасу. Конденсат из резервуаров подается:

- насосом 100-P-200A,B в буферную емкость 200-V-01 (расширитель) на потоке для разбавление концентрированной серной кислоты

- насосом 100-P-140A,B на промывку осажденного PPS после фильтра

- суспензия сульфата натрия, после выпарного аппарата, с концентрацией основного вещества не менее 78% подается на центрифугу 100-CE-100/1,2.

- фугат представляющий собой 21% серную кислоту, в количестве до  $////////\text{ т/сут}$  сливается в емкость 100-V-141 объемом  $////////\text{ м}^3$  и по мере заполнения откачивается насосом 100-P-141A,B в поток разбавленной серной кислоты на реактор

- сульфат натрия после центрифугирования отправляется на измельчение и упаковку. Получаемый сульфат натрия до  $////////\text{ т/сут}$ , имеет чистоту 98,9 масс при содержании влаги не более 0.1% масс.

### 2.3.1.1H Хранение воды обессоленной:

- обессоленная вода производится на модульной станции 100-DW-100/1,2 расходом не более  $50\text{ м}^3/\text{час}$ . Работа станции периодическая, для восполнения потерь:

- при накоплении нежелательных примесей и сбросе воды из 100-DG11A,B на нейтрализацию в объеме большем, чем при нормальной эксплуатации

- при непредвиденных остановках установки выпарки 100-ESS-100
- вода обессоленная хранится в резервуаре 100-T-150 объемом **//////// м<sup>3</sup>** и подается в аварийном режиме, при отсутствии парового конденсата от выпарки сульфата натрия:

- насосом 100-P-2000A,B в буферную емкость 200-V-01 (расширитель) на потоке для разбавление концентрированной серной кислоты.

- насосом 100-P-1400A,B на промывку осажденного PPS после фильтра.

Регулирование подачи по расходам с коррекцией по уровню в резервуаре.

Конденсат образующийся при выпарке сульфата натрия сбалансирован и даже избыточен относительно потребления на разбавление серной кислоты и промывку осажденного PPS после фильтра.

На период пуска производства, т.к. конденсат от выпарки сульфата натрия отсутствует, обессоленная вода накапливается в резервуарах 100-T-140/1,2 объемом по **//////// м<sup>3</sup> каждый**, а также в резервуаре 100-T-150 объемом **//////// м<sup>3</sup>**. По мере появления конденсата выпарки сульфата натрия резервуары 100-T-140/1,2 переключаются в режим нормальной эксплуатации.

### **2.3.2 Секция 200.** Подготовки сырья для непрерывного процесса.

**2.3.2.1** При непрерывном процессе производства и очень жестких требованиях на постоянство качества, управление процессом ведется через задачник 200-УК-200А и резервный 200-УК-200В работающий параллельно. В задачник вводится:

- концентрация серной кислоты, 95-98% масс
- концентрация силиката натрия, 35-37% масс
- концентрация сульфата натрия в электролите, **//////// % масс**
- марка PPS и производительность кг/час.

Задачник рассчитывает какие количества компонентов блендирования требуется к подаче и выдает на экране DCS параметры регулирования, а также температуру в реакторе и частоту вращения мешалки.

**2.3.2.2** Для выпуска качественного PPS на регулирующие клапана устанавливаются параметры регулирования и после этого они переводятся в режим AUT или CAS (пусковые операции выполняются в ручном режиме).

- обессоленная вода из резервуаров 100-T-140/1,2 подается насосом 100-P-200A,B через расходомеры 200-FIC-232 и регулирующие клапана 200-FV-232 в буферную емкость 200-V-01 (расширитель) на потоке, для разбавление концентрированной серной кислоты и далее через смеситель 200-M-01 в реактор 400-R-01. По мере появления кон-

денсата выпарки сульфата натрия резервуары 100-T-140/1,2 переключаются в режим нормальной эксплуатации, п. **2.3.1.1Н**

- концентрированная серная кислота из резервуаров хранения 100-T-170/1,2 подается насосом 100-P-170А,В через расходомеры 200-FIC-204 и регулирующие клапана 200-FV-204 в буферную емкость 200-V-01 (расширитель) на потоке, для разбавление концентрированной серной кислоты обессоленной водой до 5% концентрации и далее через смеситель в реактор 400-R-01. По мере появления конденсата выпарки сульфата натрия резервуары 100-T-140/1,2 переключаются в режим нормальной эксплуатации, п. **2.3.1.1Н**

- жидкий силикат натрия из резервуаров хранения 100-T-260/1,2 подается насосом 100-P-170А,В через расходомеры 200-FIC-203 и регулирующие клапана 200-FV-203 в смеситель и далее в реактор 400-R-01

- электролит из резервуаров хранения 100-T-110/1,2 подается насосом 100-P-1002А,В,С через расходомеры 200-FIC-202 и регулирующие клапана 200-FV-202 в смеситель и далее в реактор 400-R-01.

Регулирование для всех указанных потоков по расходу с коррекцией по уровню в реакторе в режиме CAS.

**2.3.2.3** Подача разбавленной серной кислоты, силиката натрия, электролита (сульфата натрия) производится через смеситель 200-M-01 имеющий внутренние завихрители для лучшего перемешивания и является частью трубопровода. Смеситель расположен максимально близко перед реактором 400-R-01 для минимизации процесса высаждения PPS в трубопроводе.

**2.3.2.4** Фильтрация всех компонентов подаваемых на реактор 400-R-01 производится до смесителя 200-M-01.

Фильтр 200-F-01А,В на линии разбавленной серной кислоты в 200-M-01.

Фильтр 200-F-02А,В на линии силиката натрия в 200-M-01.

Фильтр 200-F-03А,В на линии электролита в 200-M-01.

Фильтр 200-F-04А,В на линии конденсата выпарки в 200-M-01.

**2.3.2.5** Разогрев всех компонентов подаваемых на реактор 400-R-01 производится в паровых подогревателях, устанавливаемых после фильтров. Теплоноситель пар НД.

Теплообменник 200-E-01А,В на линии разбавленной серной кислоты в 200-M-01.

Теплообменник 200-E-02А,В на линии силиката натрия в 200-M-01.

Теплообменник 200-E-03А,В на линии электролита в 200-M-01.

Теплообменник 200-F-04А,В на линии конденсата выпарки в на линии конденсата выпарки в буферную емкость 200-V-01 (расширитель).

Регулирование температуры каждого из потоков производится клапаном на подаче пара НД в межтрубное пространство теплообменника, задание на клапан подается от датчика температуры установленного на каждом из потоков после подогревателя.

**2.3.3 Секция 400.** Осаждение диоксида кремния, фильтрация и промывка осадка.

**2.3.3.1** Процесс осаждения диоксида кремния производится непрерывно в реакторе 400-R-01. Реактор, вертикальный цилиндрический аппарат из нержавеющей стали, объемом **////////// м<sup>3</sup>**, имеет рубашку для охлаждения реакционной смеси. Реактор оборудован мешалкой с частотой вращения **////////// об/мин**, **п. 2.3.5.13.** Реактор работает на выпуск только одной марки, переход на другую марку используется крайне редко и выполняется с остановкой процесса..

**2.3.3.2** В верхней части реактора расположены штуцера:

- общего сырьевого потока после смесителя 200-M-01
- дыхания водяных паров в атмосферу, оборудован водяным конденсатором
- подачи воздуха для работы под давлением до 1 бар

Штуцер для приема сырья оборудован опуском до нижней образующей реактора.

В нижней части реактора имеется штуцер для слива реакционной массы.

**2.3.3.3** Процесс высаживание PPS является экзотермическим и хотя на стадии нагрева сырье, **п. 2.3.2.5** учитывают поправку на выделение тепла в процессе реакции, безукоризненное выполнение теплового баланс реактора невозможно. Для снятия избыточного тепла реактора оборудуются рубашкой или внутренним змеевиком, **п. 1.3.23D.**

Регулирование температуры при охлаждении реакционной смеси в 400-R-01 производится регулирующим клапаном 400-TV-111/1X на линиях обратной оборотной воды из рубашки или из змеевика. Работа регулирующего клапана по прибору 400-TIC-111/1X установленному на 1/2 высоты реактора.

**2.3.3.4** При работе без давления. Дыхание реактора 400-R-01 производится в атмосферу через гусак оборудованный водяным конденсатором **/////»** 400-E-01. Конденсат сливается в реактор. Расход воды **//////////**.

**2.3.3.5** При работе под давлением до 1 бар. Давление в реакторе поддерживается подачей технического воздуха через клапанную сборку, 200-PV-111/1, а клапан 200-PV-111A/1 установлен на сбросе воздуха и водяных паров через конденсатор **«//////////»** 400-E-01 в атмосферу. Работа регулирующих клапанов по прибору 200-PIC-111A. Расход воды **//////////**.

Непрерывный процесс получения PPS достаточно часто ориентирован для работы под давлением до 1 бар для исключения использования насосов при передаче суспензии после реактора на барабанные вакуумные фильтры.

**2.3.3.5** Реакционная масса с концентрацией PPS до **////////%** подается из реактора 400-R-01 на **//////////** фильтр 400-F-13A,B:

- при работе без давления, насосом 400-P-13/A,B. Подача на фильтр регулируется клапаном 400-LV-13

- при работе под давление, самотеком. Подача на фильтр регулируется клапаном 400-LV-13A

Работа клапанов по прибору уровня в реакторе 200-LIC-13.

Фугат после **//////////** фильтра 400-F-13A,B откачивается насосом 400-P-113 в параллельно работающие вертикальные деканторы 100-DE11A,B, п. **2.3.1.1E**.

**2.3.3.6** Осажденный PPS с концентрацией **до //////////%** масс. после **//////////** фильтра 400-F-13A,B подается на промывку в **//////////** фильтр 400-F-23A,B. Передача осажденного PPS от 400-F-13A,B на 400-F-23A,B производится винтовыми насосами 400-P-21A,B и 400-P-22A,B или иными способами, п. **1.3.23E**.

На промывку осажденного PPS может подаваться:

- конденсат после выпарки сульфата натрия от насоса 100-P-140A,B, п. **2.3.1.1G**.

- обессоленная вода насосом 100-P-1400A,B, п. **2.3.1.1H**.

Фугат **после //////////** фильтра 400-F-23A,B откачивается насосом 400-P-213 в параллельно работающие вертикальные деканторы 100-DE11A,B, п. **2.3.1.1E**.

**2.3.3.7** В линию промывки предусмотрено дозирование алюминатов, цинкатов или титанатов натрия от дозирующего насоса 100-P-37, п. **1.2.1.1D**.

**2.3.3.8** Осадок PPS с концентрацией **до //////////%** масс. после промывки передается шнековым транспортёром 400-SC-01 или иными способами, п. **1.3.23E**, на роторную сушилку 800-RD-01,02, **Секция 800**.

**2.3.3.9** Промывка фильтров и трубопроводов выполняется конденсатом после выпарки сульфата натрия или обессоленной водой. Вода промывки собирается в горизонтальные деканторы 100-DG11A,B, работающие поочередно, п. **2.3.1.1F**.

**2.3.3.10** Режим работы реактора 400-R-01 при непрерывном процессе.

- температура 90С

- давление до 1 бар

- время пребывания **30** мин

- частота оборотов мешалки **////////** об/мин

- pH постоянно **////////**

**2.3.4 Секция 800.** Сушка, хранение осажденного диоксида кремния.

**2.3.4.1** Осадок PPS, с концентрацией **до //////////////% масс.** после промывки передается шнековым транспортёром 400-SC-01, или винтовыми насосами, или иными способами, **п. 1.3.23Е**, на роторную сушилку 800-RD-01,02. После окончательного выбора сушильного агрегата, **п. 1.3.23С** в базовый проект будут внесены корректировки.

**2.3.4.2** Текущее описание составлено для двух параллельно работающих роторных сушилок. PPS контактирует с горячим воздухом. Движение PPS и горячего воздуха, противоточное. Сушилка оборудована внутренними устройствами поддерживающими постоянный уровень, а также насадками для легкостираемых и пылящих материалов.

**2.3.4.3** Температура горячего воздуха на сушку 120-130°C, число оборотов барабана сушилки **//////** об/мин. Суспензия, содержащая **до //////////////% твердых** частиц, поступает на сушку, как достаточно густая масса.

**2.3.4.4** Подача воздуха на сушку производится воздуходувкой 800-К-81А,В для сушилки 800-RD-01 и 800-К-811А,В для сушилки 800-RD-02, расход воздуха обеспечивается числом оборотов электродвигателя. Воздух после сушилок 800-RD-01,02 выбрасывается в атмосферу через общий циклон 800-S-81.

**2.3.4.5** Нагрев воздуха производится паром СД в подогревателях 800-Е-81/1,2 для сушилок 800-RD-01,02, регулирование температуры подаваемого воздуха, клапаном на подаче пара.

**2.3.4.6** PPS после сушилок 800-RD-01,02 ссыпается в охладители и они же являются обеспыливателями 800-Е-82/1,2.

**2.3.4.7** Подача воздуха на охлаждение производится воздуходувкой 800-К-82А,В на охладитель 800-Е-82/1 и 800-К-821А,В на охладитель 800-Е-82/2, расход воздуха обеспечивается числом оборотов электродвигателя. Воздух после сушилок 800-RD-01,02 выбрасывается в атмосферу через общий циклон 800-S-82.

**2.3.4.8** Пыль осажденного диоксида кремния после циклонов 800-S-81 и 800-S-82 собирается в биг-бэги и является готовой продукцией – пыль (I), **п. 2.2.3** и **КНИГА 3**.

**2.3.4.9** PPS после охладителей 800-Е-82/1,2, пневмотранспортом, который обеспечивается воздуходувкой 800-К-83А,В отправляется в силоса готовой продукции 800-V-1,2,3 объемом **/////////////////м<sup>3</sup>** каждый. Для исключения слеживания предусматривается периодическая подача осушенного воздуха на создания псевдоожиженного слоя. Унесенный диоксид кремния улавливается фильтрами, **п. 2.3.1.1С**.

При выполнении детального инжиниринга рекомендуется площадку с оборудованием сушки располагать над силосами хранения, что позволит исключить пневмотранспорт.

**2.3.4.10** Осадок со дна горизонтальных деканторов 100-DG11A,B высушивается собирается в биг-бэги и является готовой продукцией – пыль (II), п. **2.2.3** и **КНИГА 3**. Сушка, в этом случае, может производиться на отдельной линии аналогичной, п.**2.3.4.3-2.3.4.7**, но периодического действия, что и делают при мощностях PPS от 200 тыс. т/год и выше.

Мощность 100 тыс. т/год для непрерывного процесса является не очень высокой и количество осадка со дна горизонтальных деканторов не очень большое, что позволяет подмешивать этот продукт к осадку PPS после промывки и подавать на сушилку 800-RD-01,02. В любом случае он окажется в виде пыли после циклонов 800-S-81 и 800-S-82.

## 2.4 Расходные коэффициенты при производстве осажденного диоксида кремния.

Представленные расходные коэффициенты, кг (м<sup>3</sup>) на тонну готовой продукции, предназначены для общего понимания процесса и никак не подменяет собой **КНИГУ 9** уточненного материального и тепловой баланса.

Кислота серная 98%, кг **//////////**

Силикат натрия жидкий 35%, кг **//////////**

Силикат натрия жидкий 100%, кг **//////////**

Вода циркуляционная, м<sup>3</sup> **//////////**

Вода на подпитку, м<sup>3</sup> **//////////**

Водяной пар СД, т **//////////**

Водяной пар НД, т **////**

Электроэнергия, кВт\*час **//////////**

Воздух технический, нм<sup>3</sup> **//////////**

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

## 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 **200**,

400

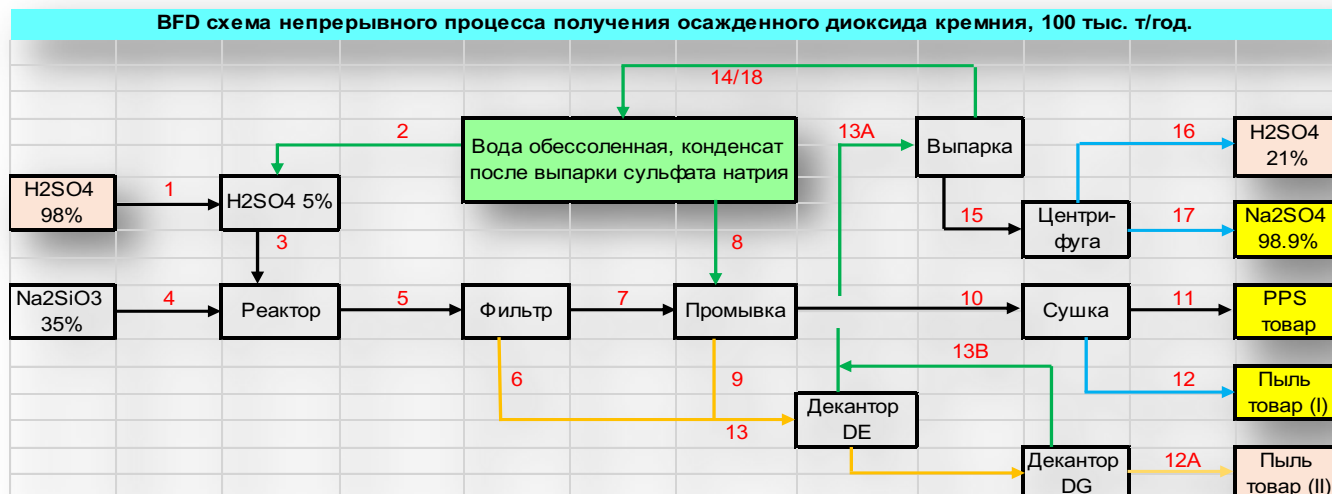
- граница по продукции: секущая арматура на эстакадах от Секции **800** на Секцию

100

Воздух технический, водяной пар, вода оборотная, вода обессоленная: секущая арматура на границе Секций 100.

## 2.6 Принципиальная BFD схема процесса.

Схема 1.





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

**3.1** Жидкий силикат натрия ГОСТ 13078-81, а также Sodium Silicate Liquid – Siliceous, SDS No.: M35887. Rev. Date: 25-Mar-2022

---

<b>Physical State:</b>	Liquid
<b>Color:</b>	Colorless to slight tint
<b>Odor:</b>	Odorless to slight odor
<b>Molecular Formula:</b>	$x\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ ( $x \geq 3.0$ by weight)
<b>pH:</b>	11.0 - <11.5
<b>Melting Point/Range:</b>	Not applicable to liquids
<b>Freezing Point/Range:</b>	30 °F (-1 °C)
<b>Boiling point / boiling range</b>	214-216 °F (101-102 °C)
<b>Flash point:</b>	Not flammable
<b>Vapor Pressure:</b>	No data available
<b>Vapor Density (air=1):</b>	No data available
<b>Relative Density/Specific Gravity (water=1):</b>	1.20 - 1.43
<b>Density:</b>	11.9 lbs/gal
<b>Water Solubility:</b>	100%
<b>Partition Coefficient (n-octanol/water):</b>	No data available
<b>Auto-ignition Temperature:</b>	Not applicable
<b>Decomposition Temperature:</b>	No data available
<b>Odor Threshold [ppm]:</b>	No data available
<b>Evaporation Rate (ether=1):</b>	No data available
<b>Volatility:</b>	> 50%
<b>Flammability (solid, gas):</b>	Not applicable
<b>Lower Flammability Level (air):</b>	Not flammable
<b>Upper Flammability Level (air):</b>	Not flammable
<b>Viscosity:</b>	20 - 1000 cp

**3.2** Кислота серная улучшенная ГОСТ 2184-2013.

**3.3** Сажа белая ГОСТ 18307-78 или precipitated silicon dioxide.

**Примечание:** Стандарты ГОСТ соответствуют требованиям Заказчика и являются более жесткими, чем имеющиеся стандарты страны строительства.

## 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 осажденного диоксида кремния.**

Описания процесса, с учетом регулирования, представлено для эксплуатации линии осаждения непрерывного действия.

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

#### **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. **1.3.21 – 1.3.24, включая 1.3.23А,В,С,Д,Е.**

#### **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
- Приложение 14.12 – сушилки

**КНИГА 14** имеет стандартное оглавление для всех базовых проектов.

**КНИГА 15.**

**15. Перечень механического оборудования**

Перечень и характеристики оборудования по **Приложениям 14.1 – 14.12** 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 линии осаднения PPS в непрерывном режиме.