

«Engineering and Consulting PFA Alexander Gadetskiy»

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

MASTER

Discipline: **PROCESS:** Dewaxing of diesel fraction on a zeolite catalyst

Name: Alexander.gadetskiy@inbox.lv

Sign.

Безводородная депарафинизация дизельных фракций. Базовый проект, вариант 3 (сокращенный). Технологические решения, расчет оборудования.



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

Содержание

КНИГА 1.

1. Основные проектные решения.
 - 1.1 Введение
 - 1.2 Общая информация о проекте
 - 1.3 Общие требования к проектированию
 - 1.4 Энергоресурсы
 - 1.5 Факельная установка
 - 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
 - 2.4 Технологические границы и границы проектирования
 - 2.5 Принципиальная BFD схема процесса с границами проектирования

КНИГА 3

3. Спецификация сырья, полуфабрикатов и готовой продукции

КНИГА 4.

4. Основные принципы регулирования и управления процессом каталитической депарафинизации
 - 4.1 Введение
 - 4.2 Исходные данные необходимые для проектирования и поставки автоматизированной системы управления технологическим процессом и противоаварийной автоматической защиты
 - 4.3 Основные контура регулирования процесса каталитической депарафинизации необходимые и достаточные для составление PID схем
 - 4.4 Основные блокировки и сигнализации процесса каталитической депарафинизации необходимые и достаточные для составления PID схем

КНИГА 5.

5. Описание технологического процесса каталитической депарафинизации
 - 5.1 Введение. Общие сведения о процессе
 - 5.2 Блок теплообменников-рекуператоров

5.3 Секция ректификации сырья.

5.4 Реакторный блок каталитической депарафинизации

5.5 Секция сепарирования реакционной смеси каталитической депарафинизации

5.6 Секция регенерации катализатора с использование азота, как инерта для снятия тепла выжига кокса

5.7 Секция регенерации катализатора с использование водяного пара, как инерта для снятия тепла выжига кокса

КНИГА 6.

6. PFD схемы процесса с указанием перечня 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.

Сокращения.

- КД – каталитическая депарафинизация
- сырье – летний дизель подаваемый на колонну ректификации
- сырье КД – фракция (220-250)-(320-330)°С боковой продукт колонны подаваемый на реактор депарафинизации
- ТЗ – техническое задание
- АТ атмосферная перегонка
- ГК – стабильный газовый конденсат
- ВСГ – водородсодержащий газ
- ОТ и ТБ – охрана труда и техника безопасности
- БП – базовый проект
- АВО – аппарат воздушного охлаждения
- 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. Техническое задание
2. Характеристики катализатора ////////////////
3. Регенерация катализатора ////////////////
4. Схема загрузки катализаторов и инерттов

КНИГА 1.

1. Основные проектные решения.

1.1 Введение

Основной целью базового проекта является выдача технологических решений и расчетов оборудования для промышленной установки КД летних дизельных топлив с получением зимнего дизеля всех классов включая арктический. Летние дизельные топлива предварительно разделяются на фракции: легкого дизеля имеющего низкотемпературные параметры приемлемые для зимних марок и не требующий депарафинизации, тяжелого дизеля использование которого не возможно в процессе КД в виду высокой коксуемости и средней дизельной фракции использование которой в качестве сырья КД максимально эффективно для получения компонента компаундирования с отличными низкотемпературными свойствами, цетановым числом и плотностью. Температурные интервалы указанных фракций, а также низкотемпературные характеристики, показатели плотности и цетановые числа будут указаны далее по тексту проекта.

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

В базовом проектировании предполагается использовать инжиниринговый опыт, практики и знания компетентных поставщиков и консультантов для действующих объектов с близкими процессами в дополнение к пилотным материалам, и рассмотреть ряд компенсационных мероприятий, которые показаны в п. 2.3.4 для использования катализатора //////////////// в процессе депарафинизации средних дистиллятов.

1.2 Общая информация о проекте «Безводородная депарафинизация дизельных фракций на цеолитном катализаторе. Технологические решения, расчет оборудования».

КД дизельных фракций на цеолитных катализаторах не содержащих платиноидов относится к одному из самых дешевых процессов для улучшения низкотемпературных свойств дизельного топлива. Наличие серы в сырье не является препятствием в работе для каталитической системы. Процесс может быть реализован, как в присутствии ВСГ так и без него. Выход дизельного топлива составляет 78-88% масс. на свежее сырье подаваемое в реактор.

1.2.1 Установка КД состоит из секций или блоков:

1.2.1.1 Блок теплообменников-рекуператоров предназначен:

Для нагрева:

- сырья – летнего дизеля подаваемого на колонну ректификации (**далее сырье**),
- сырья – бокового погона колонны ректификации (**далее сырье КД**) подаваемого на реактора каталитической депарафинизации

И охлаждения:

- продуктов реакции депарафинизации, сепаратора, а так же кубового продукта колонны – тяжелого дизеля и верхнего продукта колонны – легкого дизеля.

1.2.2.2 Секция ректификации сырья на три потока:

- фракция 180-(220-250)°С продукт верха колонны – легкий дизель имеющий низкотемпературные характеристики, плотность и цетановое число достаточные для компаундирования

- фракция (220-250)-(320-330)°С боковой продукт колонны подается на реактора депарафинизации, как сырье КД

- фракция (320-330)-360°С продукт куба колонны – тяжелый дизель отправляется на склад, как компонент печного топлива

1.2.2.3 Реакторный блок каталитической депарафинизации сырья КД

1.2.2.4 Секция сепарирования реакционной смеси КД на газобензиновую смесь и депарафинизированный дизель

1.2.2.5 Секция регенерации катализатора включающая в себя: подачу и нагрев азота при его использовании в качестве инерта или подачу и перегрев водяного пара при его использовании в качестве инерта, подачу воздуха, улавливание продуктов регенерации (кокс, сажа, катализаторная пыль)

Мощность секции ректификации при работе на летнем дизеле составляет 60% - 110% от проектной, т.е. от 250.000 тонн/год согласно технического задания (**далее ТЗ**).

Минимальная мощность реакторного блока депарафинизации составляет при трёх реакторной – 30% от проектной. Максимальная мощность – 110% от проектной, которая принята согласно представленных анализов сырья 150.000 тонн/год.

1.2.2 Основным оборудованием в границах проектирования является:

Колонна С-100 для ректификации сырья – летнего дизеля на три потока: легкого дизеля имеющего низкотемпературные параметры приемлемые для зимних марок и не требующий депарафинизации, тяжелого дизеля использование которого не возможно в процессе КД в виду высокой коксуемости и средней дизельной фракции использование которой в качестве сырья КД максимально эффективно при получении компонента компаундирования с отличными низкотемпературными свойствами, цетановым числом и плотностью.

Емкость V-100 выполняет роль флегмовой емкости для колонны ректификации **C-100** и сепаратора для удаления фракции C1-C4+.

Емкость V-101 выполняет роль аккумулятора для бокового погона колонны **C-100** подаваемого на печь **H-100** и далее на реактора депарафинизации **R-101,102,103**.

Реактора R-101,102,103 предназначены для каталитической депарафинизации сырья КД. Два реактора работают параллельно, причем один из них в начале цикла, а второй в завершении, третий реактор находится на регенерации катализатора. Подогрев сырья на реактор печной. Разделение продуктов реакции сепарационное.

Сепаратор S-101 предназначен для разделения продуктов реакции на газобензиновую смесь подаваемую в емкость **V-100** и депарафинизированную дизельную фракцию.

Теплообменники-рекуператоры E-101,102,103,104 предназначены для нагрева сырья подаваемого в колонну и охлаждения продуктов реакции после реакторов КД, депарафинизированного дизеля после сепаратора и верхнего продукта колонны.

Теплообменники-рекуператоры E-105,106 предназначены для нагрева сырья КД подаваемого на печь **H-100** и далее на реактора депарафинизации и охлаждения продуктов реакции после реакторов КД и кубового продукта колонны.

АВО AC-100, предназначен для конденсации верхнего продукта колонны

АВО AC-101, предназначен для до охлаждения легкого дизеля при откачке на склад

АВО AC-102, предназначен для до охлаждения кубового продукта колонны при откачке на склад

АВО AC-105, предназначен для до охлаждения депарафинизированного дизеля при откачке на склад

Печь H-100 нагревает сырье КД подаваемого на реактора **R-101,102,103**.

Печь H-102 нагревает кубового продукта колонны и подогревает азота (водяного пара) для регенерации катализатора при их использовании в качестве инертных

Печь H-103 нагревает азота подаваемого на регенерацию при его использовании в качестве инертного

Печь H-103A перегревает водяного пара подаваемого на регенерацию при его использовании в качестве инертного

Насос P-100, подачи сырья на колонну **C-100**.

Насос P-101, подачи флегмы на колонну **C-100** и откачки балансовых количеств верхнего продукта колонны (легкого дизеля) на склад.

Насос P-102, подачи кубового продукта колонны на печь **H-102**.

Насос P-1002, откачки балансовых количеств кубового продукта колонны на склад.

Насос P-103, подачи сырья КД на реактора **R-101,102,103**.

Насос P-104, откачки депарафинизированной дизельной фракции на склад.

Полное описание технологического процесса представлено в **КНИГЕ 5**.

1.3 Общие требования к проектированию

1.3.1 Все расчеты будут выполнены на эффективное рабочее время **8.000 часов/год**. //////////////////////////////////////////////////////////////////

1.3.2 Запас мощности при проектировании оборудования рассчитывается от 250.000 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 устанавливается:

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

1.3.4 Расчетная температура устанавливается, //////////////////////////////////////////////////////////////////

Параметры по **п.1.3.3** и **1.3.4** подлежат корректировке по нормам и правилам страны строительства в документации стадии «Проект».

1.3.5 Базовое проектирование основывается на стандартах указанных по **п. 1.6**.

1.3.6 АВО используются для конденсации паров и охлаждения технологических потоков.

1.3.7 Теплообменники-рекуператоры предназначенного для нагрева сырья подаваемого в колонну фракционирования и бокового погона колонны подаваемого на реактора депарафинизации, и охлаждения продуктов реакции депарафинизации, сепаратора, а так же кубового и верхнего продуктов колонны\

1.3.8 Теплообменники, холодильники и конденсаторы охлаждаемые оборотной водой не применяются, //////////////////////////////////////////////////////////////////

1.3.9 Компонировка оборудования должна отвечать требованиям безопасности, удобству обслуживания при эксплуатации и ремонтах, минимально разумной длине трубопроводов и кабельных трасс. При размещении оборудования для выжигания кокса при регенерации катализатора, необходимо учитывать направление ветра. Все расстояния между оборудованием подлежат корректировке в документации стадии «Проект» выполняемой в стране строительства.

1.3.10 Все основные насосы должны быть предусмотрены с резервом. Компрессор для компримирования пропан-бутановой фракции может быть предусмотрен без резерва.

1.3.11 Для АВО и теплообменного оборудования используется байпасирование, что позволяет выводить оборудование в ремонт без остановки установки КД.

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

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

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

1.3.15 Для управления технологическим процессом будет применена дистанционная система управления АСУ ТП. Пневматические приборы КиП ////////////////////////////////////////////////////////////////////.

1.3.16 Окончательный механический расчет оборудования в соответствии с требованиями процесса указанные в документации базового проектирования входят в ответственность поставщика оборудования. Все отклонения от технологических опросных листов **КНИГА 14** должны быть согласованы с исполнителем базового проекта, если эти отклонения влекут за собой изменения в технологических параметрах или снижают безопасность процесса.

1.3.17 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. **1.6**. Изготовитель оборудования и проектировщик выполняющий стадию «Рабочая документация» руководствуется нормами страны строительства.

1.3.18 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 базового проекта, если эти отклонения влекут за собой изменения в технологических параметрах или снижают безопасность процесса.

1.3.19 Итоговые тепло-гидравлические расчеты для теплообменников, АВО и печей указаны в технологических опросных листах, **КНИГА 14** и обобщены в **КНИГЕ 15**. Указанные расчеты должны использоваться изготовителем теплообменников, АВО и печей, а

также проектировщиком детального инжиниринга в качестве справочника для определения окончательной нормализации теплообменников, печей и АВО.

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

1.3.20 Диаметры штуцеров под приборы КиП, а так же 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.

1.3.21 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 базового проекта.

1.3.22 Трубопроводы и детали трубопроводов. В объем базового проекта не входят следующие пункты:

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

Вышеперечисленные пункты составляется на стадии «Проект» выполняемой 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.

Указанные пункты являются ответственностью детального проектировщик выполняющего стадию «Рабочая документация».

1.3.23 Процесс регенерации катализатора в базовом проекте выполняется в соответствии с исходными данными и рекомендациями изготовителя катализатора, а также с эксплуатационными практиками.

1.4 Энергоресурсы

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

1.5 Факельная установка.

Согласно ТЗ **п.15** для КД предусматриваются сбросы на факельную установку от ППК, линии ручного стравливания и регенерации катализатора. Расчет пружинных предохранительных клапанов (**далее ППК**) производится по программе Pentair Pressure Relief Valve Engineering Handbook Anderson Greenwood, Crosby and Varec Products. По этой же программе производится расчет количества сбросов от ППК и как следствие всех трубопроводов и коллекторов сброса на факел.

1.6 Климатические условия.

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

1.7 Стандарты и нормы. Единицы измерения.

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

КНИГА 2.**2. Принципиальное описание процесса. VFD схема и границы проектирования. Используемое сырье****2.1 Введение.**

Основной целью данной главы является утверждение всех принципиальных технологических положений необходимых для выполнения тепловых и материальных балансов, выпуске PFD и PID схем, опросных листов на оборудование, описания технологического процесса.

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

2.2 Используемое сырье, получаемые полуфабрикаты и готовая продукция

В данной главе указаны характеристики сырья полуфабрикатов и готовой продукции, которые использовались в моделировании процесса. Полные спецификации сырья, полуфабрикатов и готовой продукции представлены в **КНИГЕ 3.**

2.2.1 Летнее дизельное топливо ////////////////////////////////// п. 2.2.1.1-2.2.1.4 принято в качестве исходного сырья для каталитической депарафинизации на цеолитах с целью получения зимних и арктических марок. Для расчетов материального, теплового баланса и оборудования использованы анализы п. 2.2.1.1 и 2.2.1.2, которые выполнены по методике D86, содержания приведены в объемных процентах.

2.2.2 Летнее дизельное топливо ////////////////////////////////// п. 2.2.2.1-2.2.2.4 принято в качестве исходного сырья для каталитической депарафинизации на цеолитах с целью получения зимних и арктических марок. Для расчетов материального, теплового баланса и оборудования использованы анализы п. 2.2.1.1 и 2.2.1.2, которые выполнены по методике D86, содержания приведены в объемных процентах.

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

Выводы по составу сырья:

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

2.2.2 Полуфабрикаты процесса*

2.2.2.1 Фракция 180-(220-250)°С легкий дизель – продукт верха колонны **C-100**. Показатели качества регламентируются по температурам фильтрации, застывания и помутнения, а так же по цетановому числу и должны соответствовать фракции с отгоном 40%, п. 2.3.1.1

2.2.2.2 Фракция (220-250)-(320-330)°С сырье КД – боковой продукт колонны **C-100**.

Показатели качества регламентируются по началу и концу кипения.

2.2.2.3 Фракция (320-330)-360°С тяжелый дизель – продукт куба колонны **C-100**. Показатели качества не регламентируются.

2.2.2.4 Депарафинизированная фракция (220-250)-(320-330)°С продукт с нижней части сепаратора **S-101**. Показатели качества регламентируются по температурам фильтрации, застывания и помутнения, а так же по цетановому числу

2.2.2.5 Фракция C5-180°С продукт с верхней части сепаратора **S-101**. Показатели качества регламентируются по концу кипения**

2.2.2.6 Газы C1-C4+ с верха емкости **V-100**. Показатели качества регламентируются по содержанию влаги и углеводородов C5+.

* в границах проектирования полуфабрикаты являются и готовой продукцией, компаундирование дизельных фракций не входит в базовый проект.

** количество фракции C5-180°С не будет превышать 10% масс. (См. **Таблицу 1**) при условии подачи на реактор КД сырья указанного фракционного состава

2.3 Принципиальное описание процесса.

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

2.3.1 Сырье из буферной емкости подается насосом **P-100** с давлением не менее 5 бар на блок теплообменников-рекуператоров **E-101,102,103,104**. Для которых холодным агентом является сырье, а горячими агентами:

- для **E-101** легкий дизель подаваемый от насоса **P-101** на склад
- для **E-102** депарафинизированный дизель от сепаратора **S-101** на склад
- для **E-103** пары легкого дизеля от колонны **C-100**
- для **E-104** реакционная смесь от реакторов **R-101,102,103** на сепаратор **S-101**

Нагретое сырье //////////////// подается в среднюю часть колонны **C-100**.

Пары с верха колонны с температурой ////////////////°С поступают на теплообменник-рекуператор **E-103** и далее на аппарат воздушного охлаждения (далее **АВО**) **AC-100**, конденсируются //////////////// и сливаются в емкость **V-100**. В шлемовую трубу колонны **C-100**, непосредственно перед теплообменником-рекуператором **E-103**, подается газобензиновая смесь //////////////// от сепаратора **S-101** разделения реакционной смеси КД. Подача от сепаратора производится ////////////////.

Фракция 180-(220-250)°С из емкости **V-100** подается насосом **P-101** //////////////// в качестве флегмы на колонну, а балансовое количество через теплообменник-рекуператор **E-**

101 и АВО **АС-101** откачивается на склад, как легкий дизель ////////////////. Температура в емкости **V-100** поддерживается не менее //////////////// для оптимального режима флегмы и снижения энергозатрат по печи **H-102**, а так же это гарантированно исключает ////////////////.

Газы C1-C4+ с верха **V-100** подается на границу проектирования с дальнейшим использованием в топливной сети завода. Состав газов приведен в **Таблице 2**.

Сырье КД, фракция (220-250)-(320-330)°С от колонны **C-100** поступает в буферную емкость **V-101** с температурой //////////////// и подается насосом **P-103** //////////////// через теплообменники-рекуператоры **E-105** и **E-106** на печь **H-100** нагрева сырья КД. Для исключения режима кавитации при работе насоса **P-103** предусматривается возможность работы емкости **V-101** под азотной подушкой //////////////// бар со стравливанием избыточного давления на факел.

Обогрев куба колонны производится циркуляцией кубового продукта насосом **P-102** через печь **H-102**. ////////////////

Балансовые количества кубового продукта – фракции (320-330)-360° откачиваются насосом **P-1002**, через //////////////// на склад, как тяжелый дизель ////////////////

Колонна **C-100** работает с давлением и температурой ////////////////.

Сырье КД после печи **H-100** подается на реактора **R-101,102,103** ////////////////, но предусматривается работа и при более высоких параметрах температуры и давления. ////////////////

Реакционная смесь после реакторов **R-101,102,103** //////////////// поступает на блок теплообменников-рекуператоров **E-105** и **E-104**.

Для которых горячим агентом является реакционная смесь (депарафинизированный дизель), а холодными агентами являются:

- для **E-105** ////////////////

- для **E-104** ////////////////

Реакционная смесь после теплообменника рекуператора **E-104** поступает в сепаратор **S-101** работающий при температуре и давлении ////////////////. Сепаратор имеет отбойные сетки, которые препятствуют уносу жидкости с потоком газобензиновой смеси отправляемой по перепаду давления в линию перед ////////////////. Депарафинизированная дизельная фракция с низа сепаратора **S-101** откачивается насосом **P-104** на склад через ////////////////

2.3.2 Материальные балансы процесса представлены в **Таблице 1**.

Представленные материалы являются основой для расчета процесса, уточненного материального и тепловой баланса **КНИГА 9** и составления опросных листов на технологическое оборудование **КНИГА 14**.

Таблица 1.

Материальные балансы каталитической депарафинизации дизельных фракций для катализатора ////////////////////////////////////			
Сырье	Дизельная фракция 187-335°C, 831 кг/м3	Дизельная фракция 156-354°C, 828 кг/м3	Примечание, температура на входе в реактор
		100.00%	
Продукты переработки			
Крекинг бензин	11.5	14.6	Давление ////////////////////////////////// бар, //////////////////////////////////°C
Депарафинизированный дизель	87.1	78.85	
Газы	1.4	6.55	
ИТОГО	100	100	
	////////////////////////////////	////////////////////////////////	
////////////////////////////////////			

2.3.3 Состав газов процесса каталитической депарафинизации представлен в **Таблице 2**.

Представленные материалы являются основой для расчета процесса, уточненного материального и тепловой баланса **КНИГА 9**

Таблица 2.

Состав газов каталитической депарафинизации дизеля на цеолитном катализаторе //////////////////////////////////						
Наименование	Начало цикла		Завершение цикла		Завершение цикла	
	масс. %	об. %	масс. %	об. %	масс. %	об. %
Водород						
Метан						
Этан						
Пропан						
Бутаны						
Сумма	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
////////////////////////////////////						

2.3.4 Режим работы катализатора.

Катализатор //////////////////////////////////, Приложение 2. //////////////////////////////////

Схема 1.

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

Схема 2.

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

Работа возможна при минимальном времени пробега, т.е. максимальное использование активности при минимальной закоксованности, не более 0.8% масс.

Детализация режима при смене сырья или увеличение цикла до часов, производится в заводской лаборатории критерием будет являться закоксованность катализатора не более 0.8% масс. и разумное время регенерации, что регламентируется расходами азота или водяного пара используемых в качестве инертных для снятия тепла выжигания кокса.

Два реактора работают параллельно, причем один из них в начале цикла, а второй на завершении, третий реактор находится на регенерации катализатора.

2.3.5 Регенерация катализатора с использованием азота, как инертного для снятия тепла выжигания кокса

При снижении активности катализатора ниже допустимых параметров, что определяется по температуре процесса и по аналитическим показателям получаемого продукта, реактор выводится на регенерацию, а поток сырья переводится на реактор с катализатором после регенерации. Общие положения регенерации с использованием азота в качестве инертного представлены в **Приложении 3**.

Реактор выведенный на регенерацию отсекается по схеме утвержденной в документах на эксплуатацию, избыточное давление стравливается на факел, жидкие продукты дренируются, остатки углеводородов продуваются горячим азотом на факел. Разогрев азота производится в печи **H-103**, а от температуры в зоне конвекции печи **H-102**. При отсутствии углеводородов в сдувах, что определяется лабораторными методами, поток горячего азота после реактора переключается на сепаратор **S-102** и производится минимальная подача воздуха с постепенным увеличением. Чистота азота на продувку и регенерацию

Регенерация катализатора проводится при температуре на входе в реактор. Подачу воздуха производится с минимальных расходов и контролем по термопарам реактора. Об окончании выжигания кокса ориентируются по:

- содержанию кислорода и CO₂ в газах на выходе из реактора,
 - термопары перечисленные в **Главе 5.4** НЕ УКАЗЫВАЮТ на наличие зон горения
- Перегрев катализатора при выжигании кокса приводит

Катализатор сразу же после регенерации с использованием азота обрабатывается водяным паром для. Все операции по регенерации катализатора, с использованием азота, как инертного для снятия тепла при выжигании кокса, описаны в **КНИГЕ 5, Глава 5.6**.

2.3.5А Регенерация катализатора с использование водяного пара, как инерта для снятия тепла выжига кокса

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

При снижении активности катализатора ниже допустимых параметров, что определяется по температуре процесса и по аналитическим показателям получаемого продукта, реактор выводится на регенерацию, а поток сырья переводится на реактор с катализатором после регенерации.

Реактор выведенный на регенерацию отсекается по схеме утвержденной в документах на эксплуатацию, избыточное давление стравливается на факел, жидкие продукты дренируются, остатки углеводородов удаляются пропаркой водяным ////////////////. Пропарка ведется через сепаратора **S-102** ////////////////

Водяной пар ////////////////. Разогрев водяного пара //////////////// производится в печи **H-103А**, а //////////////// печи **H-102**.

Регенерация катализатора проводится при температуре на входе в реактор ////////////////. Подачу воздуха производится с минимальных расходов ////////////////. Об окончании выжига кокса ориентируются по:

- содержанию кислорода и CO₂ в газах на выходе из реактора ////////////////
 - термпары перечисленные в **Главе 5.4** НЕ УКАЗЫВАЮТ на наличие зон горения
- Перегрев катализатора при выжиге кокса ////////////////

Все операции по регенерации катализатора, с использованием водяного пара, как инерта для снятия тепла при выжиге кокса, описаны в **КНИГЕ 5, Глава 5.7**.

2.4 Технологические границы и границы проектирования.

Технологические границы и границы проектирования в данном случае совпадают и ограничиваются:

- граница по сырью: насос **P-100** подачи сырья на колонну ректификации **C-100**
- граница по жидким продуктам при работе на летнем дизеле:
- для депарафинизированной дизельной фракции фланец выхода из **АВО АС-105**
- для фракции 180-(220-250)°С фланец выхода из **АВО АС-101**
- для фракции (320-330)-360С° фланец выхода из **АВО АС-102**
- граница по газовым продуктам: регулирующий клапан по газу из емкости **V-100**

Температура и давление при подачи на склад //////////////// для газовых продуктов из емкости **V-100** на границе проектирования не регламентируется.

2.5 Принципиальная BFD схема процесса с границами проектирования.

Принципиальная блок-схема и границы проектирования для установки каталитической депарафинизации летних дизельных топлив с получением зимнего дизеля всех классов включая арктический

Схема 3.



КНИГА 3.

3. Спецификация сырья, полуфабрикатов и готовой продукции.

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

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

4.1.11 На схемах PID в наименовании для каждого прибора добавляется префикс: 120 – основная установка КД, 150 – регенерация катализатора, 160 – компримирование воздуха и производство азота, 170 – факельное хозяйство, 180 – склады хранения задействованные для установки КД, 190 – производство водяного пара

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

4.1.13 Основные контура регулирования процесса КД приведенные в **п.4.3**, а также основные блокировки и сигнализации приведенные в **п.4.4** являются необходимыми и достаточными для составление PID схем. Перечень документации необходимой для проектирования и поставки АСУТП и ПАЗ приведен в **п.4.2**.

4.2 Исходные данные необходимые для проектирования и поставки АСУТП и ПАЗ:

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

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

4.3 Основные контура регулирования процесса каталитической депарафинизации необходимые и достаточные для составление PID схем.

4.3.1 Контур подачи сырья.

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

4.3.2 Контур колонны **C-100**.

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

4.3.3 Контур теплообменников рекуператоров **E-101,102,103,104** и **E-105,106**.

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

4.3.4 Контур реакторов **R-101,102,103**.

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

4.3.5 Контур сепаратора **S-101**.

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

4.3.6 Контур регенерации катализатора при использовании азота в качестве инерта для снятия тепла реакции

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

4.3.7 Контур регенерации катализатора при использовании водяного пара в качестве инерта для снятия тепла реакции

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

4.4 Основные блокировки и сигнализации процесса каталитической депарафинизации необходимые и достаточные для составления PID схем.

Блокировки и сигнализации, которые предусматриваются изготовителем, для динамического оборудования (насосы, компрессоры, АВО), а так же для печей в данной главе и в **КНИГЕ 5** не рассматриваются, но учитываются при составлении P&ID схема процесса, **КНИГА 8**.

4.4.1 Контур подачи сырья.

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

4.4.2 Контур колонны **C-100**.

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

4.4.3 Контур теплообменников-рекуператоров **E-101,102,103,104** и **E-105,106**.

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

4.4.4 Контур реакторов **R-101,102,103**.

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

4.4.5 Контур сепаратора **S-101**.

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

4.4.6 Контур регенерации катализатора при использовании азота в качестве инерта для снятия тепла при выжиге кокса

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

4.4.7 Контур регенерации катализатора при использовании водяного пара в качестве инерта для снятия тепла при выжиге кокса

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

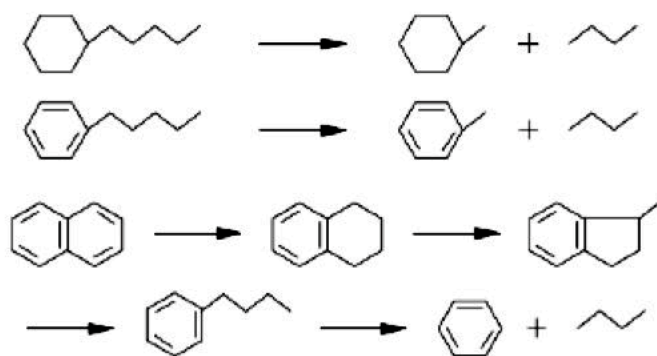
КНИГА 5 является необходимой и достаточной, как справочное руководство при детальном (рабочем проектировании) для выпуска PID схем, для составления «Руководства по эксплуатации», для выпуска «Технологического Регламента».

5. Описание технологического процесса каталитической депарафинизации

5.1 Введение. Общие сведения о процессе.

В зависимости от природы исходных нефтей среднедистиллятные фракции содержат от 9 до 32% n-парафиновых углеводородов. Для получения низко застывающих средних дистиллятов содержание n-парафинов не должно превышать 2-7%. Кроме n-парафинов температурные показатели ухудшают нафтеновые и ароматические углеводороды с длинными алкильными цепочками нормального строения, **Схема 4**. Часть реакций депарафинизации была приведены на **Схемах 1,2, п.2.3.4**.

Схема 4.



Качество получаемых низко застывающих дизельных фракций зависит от исходного сырья, режима каталитической депарафинизации и типа катализатора. Вариации по технологическим параметрам процесса очень широкие: давления 0.5-8 МПа, температуры 240-550°C и объемные скорости подачи сырья 0,1-10 ч⁻¹. Каталитическая депарафинизация разделяется на два принципиально независимых процесса:

- каталитическая изодепарафинизация на цеолитных катализаторах содержащих металлы платиновой группы Pd, Ir, Ru. Сырье не должно содержать серы, процесс реализуется только в присутствии ВСГ

- каталитическая депарафинизация на цеолитных катализаторах не содержащих платиноидов. Наличие серы в сырье не является препятствием в работе. Процесс может быть реализован с использованием или без использования ВСГ

И если в первом случае подбор катализатора и процесса ограничивается типовыми решениями, то во втором необходимо делать выбор между стоимостью катализатора и временем его работы. Либо используется «дешевый» катализатор с коротким межрегенерационным пробегом и большим расходом на тонну перерабатываемого сырья, либо «дорогой» катализатор со значительным временем межрегенерационного пробега и, как

следствие, расход катализатора на тонну перерабатываемого сырья будет не велик. Вторым фактором при выборе катализатора является рабочее давление процесса, как правило, «дешевые» катализаторы с малым пробегом работают при более низких давлениях до 10-15 бар, в отличии от «дорогих» катализаторов работающих при значительно более высоких давлениях.

Выбор каталитической системы – это «дешевый» катализатор КД для фракции (220-250)-(320-330)°С с коротким временем межрегенерационного пробега, работающий при давлениях до 10 бар, имеющий размер каналов исключаяющих быструю крекируемость дизельных фракций и хорошую регенерационную способность.

5.2 Блок теплообменников-рекуператоров.

Блок теплообменников-рекуператоров **Е-101,102,103,104** предназначается для нагрева сырья подаваемого на ректификационную колонну **С-100**.

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

5.3 Секция ректификации сырья, колонна С-100 предназначается для разделения сырья на три потока: легкого дизеля имеющего низкотемпературные параметры приемлемые для зимних марок и не требующий депарафинизации, тяжелого дизеля использование которого не возможно в процессе КД в виду высокой коксуемости и средней дизельной фракции использование которой в качестве сырья КД максимально эффективно при получении компонента компаундирования с отличными низкотемпературными свойствами, цетановым числом и плотностью.

Колонна **С-100** имеющая //////////////////////////////////////

5.4 Реакторный блок каталитической депарафинизации

Фракция (220-250)-(320-330)°С – сырье КД, //////////////////////////////////////

5.5 Секция сепарирования реакционной смеси

Реакционная смесь после теплообменника рекуператора поступает в сепаратор **S-101** //////////////////////////////////////

5.6 Секция регенерации катализатора с использование азота, как инерта для снятия тепла выжиг кокса

Работа реакторов налаживается по схеме ////////////////////////////////////// критерием будет являться закоксованность катализатора не более 0.8% масс. и разумное время регенерации.

При снижении активности катализатора ниже допустимых параметров, что определяется по температуре процесса и по аналитическим показателям получаемого продукта, реактор выводится на регенерацию, а поток сырья переводится на реактор с катализатором после регенерации.

Общие положения регенерации с использованием технического азота
 ////////////////////////////////////////////////////////////////////представлены в **Приложении 3**.

После остановки реактора избыточное давление и остатки углеводородов стравливаются на факел и продуваются горячим азотом, жидкие продукты дренируются. Время продувки горячим азотом на факел может составлять до ////////////////////////////////////////////////////////////////////

Разогрев азота до //////////////////////////////////////////////////////////////////// печи **H-102**, а от //////////////////////////////////////////////////////////////////// в печи **H-103**. Контроль температуры азота после печи производится по прибору 150TIC..... регулирование температуры производится клапаном 150 FIC..... установленном на подаче топлива в печь.
 ////////////////////////////////////////////////////////////////////

При отсутствии углеводородов в сдувках, //////////////////////////////////////////////////////////////////// переключается с факела на сепаратор **S-102** и далее на свечу, что позволяет начинать выжиг кокса, т.е. регенерацию катализатора.

Регенерация катализатора проводится при температуре на входе в реактор до ////////////////////////////////////////////////////////////////////. Подача воздуха в линию горячего азота после печи **H-103** производится от //////////////////////////////////////////////////////////////////// Подача регулируется клапаном 150 FIC..... и начинается с расходов не более //////////////////////////////////////////////////////////////////// от расхода азота с постоянным контролем за ////////////////////////////////////////////////////////////////////. На первом этапе выжига возможны резкие скачки температуры по отдельным термопарам ////////////////////////////////////////////////////////////////////, в этом случае срабатывает сигнализация 150TSHH..... и блокировка на закрытие клапана ////////////////////////////////////////////////////////////////////. При нормальном течении процесса регенерации подачу кислорода плавно увеличивают, но не более ////////////////////////////////////////////////////////////////////.

При максимальном перепаде температур в реакторе на входе и выходе азота по приборам 150TIC..... и 150TIC..... срабатывает сигнализация и блокировка ////////////////////////////////////////////////////////////////////.

Об окончании выжига кокса ориентируются по:

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

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

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

Перегрев катализатора при выжиге кокса приводит ////////////////////////////////////////////////////////////////////

Расход азота на регенерацию катализатора ////////////////////////////////////////////////////////////////////, согласно **Приложения 3** составляет //////////////////////////////////////////////////////////////////// нм³/час при содержании кокса в катализаторе 0.1% масс. При использовании меньших количеств азота регенерация катализатора может вестись беско-

нечно долго с соблюдением всех мер безопасности, либо будут возникать локальные зоны перегрева, которые // в **КНИГЕ 10**.

Катализатор // сразу же после регенерации с использование азота должен проходить обработку водяным паром //. Пропарка ведется в течении // через сепаратора **S-102** со сбросом в атмосферу и дренажем конденсата.

5.7 Секция регенерации катализатора с использование водяного пара, как инерта для снятия тепла выжига кокса

Работа реакторов налаживается по схеме // критерием будет являться закоксованность катализатора не более 0.8% масс. и разумное время регенерации.

При снижении активности катализатора ниже допустимых параметров, что определяется по температуре процесса и по аналитическим показателям получаемого продукта, реактор выводится на регенерацию, а поток сырья переводится на реактор с катализатором после регенерации.

Реактор выведенный на регенерацию отсекается по схеме утвержденной в документах на эксплуатацию, избыточное давление стравливается на факел, жидкие продукты дренируются, остатки углеводородов удаляются пропаркой водяным паром //. Пропарка ведется расходом // через сепаратора **S-102** со сбросом в //. При отсутствии углеводородов в конденсате, //. Время пропарки не превышает // часов.

//

// Разогрев водяного пара от // производится в печи **H-103A**, а от температуры // печи **H-102**. Контроль температуры водяного пара после печи **H-103A** производится по прибору 150 **TIC.....** регулирование температуры производится клапаном 150 **FIC.....** //. Подача пара регулируется клапаном 150 **FIC.....**

Регенерация катализатора проводится при температуре на входе в реактор до //. Подача воздуха в линию горячего азота после печи **H-103A** производится от //. Подача регулируется клапаном 150 **FIC.....** и начинается с расходов не более // от расхода водяного пара с постоянным контролем за //. На первом этапе выжига возможны резкие скачки температуры по отдельным термопарам //, в этом случае срабатывает сигнализация **150TSHH.....** и блокировка на закрытие клапана //. При нормальном течении процесса регенерации подачу кислорода плавно увеличивают, но не более //.

При максимальном перепаде температур в реакторе на входе и выходе водяного пара по приборам 150TIC..... и 150TIC..... срабатывает сигнализация и блокировка
////////////////////.

Об окончании выжига кокса ориентируются по:

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

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

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

Перегрев катализатора при выжиге кокса приводит //////////////////////

Расход водяного пара на регенерацию катализатора //////////////////////, составляет
//////////////////// т/час при содержании кокса в катализаторе 0.1% масс.

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 6.1** в редактируемом и не редактируемом форматах.

Параметры потоков в PFD схемах представлены для:

- EOR - материальные и тепловые потоки при работе катализатора // в начале пробега

SOR - материальные и тепловые потоки при работе катализатора // в конце пробега.

При составлении PID схем являющихся графическим приложением для **КНИГИ 8** необходимо руководствоваться п. **4.1.11** 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 7.1** в редактируемом и не редактируемом форматах.

Материалы оборудования указанные на схеме рассматривается совместно с опросными листами на оборудование **КНИГА 14**, а также руководствоваться п. **1.3.16 – 1.3.18**.

КНИГА 8.**8. P&ID схема процесса.****КНИГА 9.****9. Симуляция процесса. Материальный и тепловой баланс.**

Все графические материалы являются приложениями и не включаются в основную книгу базового проекта. Материальные, тепловые балансы являются **Приложением 9.1** в редактируемом формате.

КНИГА 10.**10. Баланс потребления энергоносителей**

ITEM No.	ITEM	Shaft Power	Nominal Power	Steam	Fuel (Diesel)	Demi Water	Cooling Water	Nitrogen (Note 2)
----------	------	-------------	---------------	-------	---------------	------------	---------------	-------------------

					(Note 3)		Flow rate	Nm ³ /h
		kW	kW	kg/h	kg/h	kg/h	t/h	
	Насос подачи сырья на колонну С-100.						Note 1	
	Насос подачи флегмы на колонну С-100 и откачки легкого дизеля на склад						Note 1	
	Насос откачки кубового продукта колонны на склад						Note 1	
	Насос подачи кубового продукта колонны на печь Н-102						Note 1	
	Насос подачи сырья КД на реактора R-101,102,103						Note 1	
	Насос откачки депарафинизированной дизельной фракции на склад						Note 1	
	АВО конденсации паров колонны							
	АВО для до охлаждения легкого дизеля при откачке на склад							
	АВО для до охлаждения кубового продукта колонны при откачке на склад							
	АВО для до охлаждения депарафинизированного дизеля при откачке на склад							
	Печь нагрева сырья КД							
	Печь нагрева кубового продукта колонны и подогрева азота для регенерации							
	Печь нагрева азота на регенерацию							
	Реактора каталитической депарафинизации дизельной фракции							
TOTAL	-							

Примечания для таблицы баланс потребления энергоносителей:

Note 1 – система охлаждения насосов и выбор теплоносителя не входит в состав базового проекта и решается на стадии покупки насосного оборудования.

Note 2 – расход азота показан для выжиг кокса при коксуемости катализатора 0.8% масс. Расход азота показан при температуре подачи азотно-воздушной смеси на входе в реактор ///////////////. Указанный перепад температур позволяет производить выжиг кокса за минимально короткое время, около /////////////// часов, при межрегенерационном пробеге от /////////////// часов, что подробно указывается в **Главе5.6.**

Note 3 – расход топлива для печей основан на предполагаемом КПД 80%. Фактический КПД будет обеспечиваться поставщиком печей.

Note 4 – расход водяного пара показан для выжига кокса при коксуемости катализатора 0.8% масс. Расход водяного пара показан при температуре подачи паровоздушной смеси на входе в реактор ///////////////////////////////////////////////////////////////////. Указанный перепад температур позволяет производить выжиг кокса за минимально короткое время, около /////////////////////////////////////////////////////////////////// часов, при межрегенерационном пробеге от /////////////////////////////////////////////////////////////////// часов, что подробно указывается в **Главе5.6.**

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 и не включаются в основную книгу базового проекта. Опросные листы на оборудование включены:

- Приложение 14.1 – емкостное оборудование
- Приложение 14.2 – насосное оборудование
- Приложение 14.3 – теплообменное оборудование
- Приложение 14.4 – аппараты воздушного охлаждения
- Приложение 14.5 – реактор депарафинизации
- Приложение 14.6 – печи
- Приложение 14.7 – колонна фракционирования

Позиции оборудования и приборов в опросных листах и на PID схемах PID должны иметь префикс: 120 – основная установка КД, 150 – регенерация катализатора, 160 –

компримирование воздуха и производство азота, 170 – факельное хозяйство, 180 – склады хранения задействованные для установки КД, 190 – производство водяного пара.

КНИГА 15.

15. Перечень механического оборудования

Все графические материалы являются приложениями и не включаются в основную книгу базового проекта. Перечень и характеристики оборудования по Приложениям 14.1 – 14.7 сведены общую таблицу выпущенную, как Приложение 15.1.

КНИГА 16

16. Перечень электродвигателей

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

КНИГА 17

17. Планы расположение оборудования.

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

КНИГА 18

18. Перечень трубопроводов.

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