

«Engineering and Consulting PFA Alexander Gadetskiy»

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

MASTER

Discipline: PROCESS: Engineering support of the project. Revision of construction sites. Needle cokes. Dzerzhinsk. Makston. Maxim Polevoy Maxton-Dzerzhinsk, Delayed coking

Name: Alexander.gadetskiy@inbox.lv

Sign.

05.11.2015

02.10.2022 Обновлено



**Глубокая переработка тяжелых нефтяных остатков.
ОБНОВЛЕНИЕ для дополнительных типов сырья процесса
УЗК. Концептуальный анализ.**



Содержание

1. Характеристика новых типов сырья, Тип А и Б, Потребители и потребление нефтяного кокса планируемого к производству.....	5
2. Площадка строительства "Ока - Полимер". Альтернативные площадки "Пластик", "Корунд". Обеспеченность энергоресурсами	8
3. Обновленная технологическая конфигурация завода BFD схемы и материальные балансы по установкам и по заводу в целом для трех вариантов переработки	10
4. Процесс замедленного коксования без выпуска тяжелого дизеля.....	19
5. Качество сырья, полуфабрикатов и выпускаемой продукции. Блендинг дизеля	26
6. Объемы хранения сырья, полуфабрикатов, готовой продукции	31
7. Расходы энергоресурсов, реагентов по процессам и заводу в целом. Операционные затраты	33
8. Состав ОЗХ завода при максимальном самообеспечении энергоресурсами	34
9. Генеральный план площадки строительства «Ока - Полимер» или альтернативных площадок «Корунд», «Пластик»	35
10. График реализации проекта	36
11. Капитальные затраты на строительство на площадке "Ока - Полимер" Альтернативных площадках "Корунд", "Пластик".	36
12. Расчет экономической эффективности завода.....	40

Приложения, в составе отдельного тома:

Приложение 1. Техническое задание Заказчика №1, №2

Приложение 2. Полные характеристики сырья Тип А. Мазут М100 Ново куйбышевского НПЗ, как ближайший аналог вторичных мазутов НОРСИ.

Приложение 2А. Коммерческие анализы мазута М100 НОРСИ.

Приложение 3. Качественные показатели энергоресурсов, предоставляемых технопарком «Ока - Полимер» в точках подключения.

Приложение 4. Описание экспресс – лаборатории и перечень основного оборудования для изучения коксов получаемых на пилотной установке.

Приложение 5. Коммерческие анализы топлива печное бытовое включая вид V, газойль прямогонный марка А, фракция газойлевая прямогонная.

Приложение 6. Генеральный план.

Сокращения:

«НОРСИ» - ООО Лукойл - Нижегороднефтеоргсинтез

АТ – атмосферная перегонка нефти

ВТ – вакуумная перегонка нефти

ВБ – висбрекинг

ТК – термический крекинг

УЗК – установка замедленного коксования

КК – каталитический крекинг

ГО – гидроочистка и гидродепарафинизация

ССР – коэффициент Конрадсона или коксуемости

ДТ – дизельное топливо

ВСГ – водородсодержащий газ

ТДК – тяжелый дизель коксования

ЛДК – легкий дизель коксования

ДЭА – диэтанолламин

МЭА - моноэтаноламин

ТЭО – технико-экономическое обоснование

ХЗК – химически – загрязненная канализация

ППК – пружинный предохранительный клапан

АВО – аппарат воздушного охлаждения

ПАУ – полиароматические углеводороды

УЛФ – установка улавливания легких фракций на резервуарах

ГО – устройство газовой обвязки резервуаров

РВС – резервуар вертикальный со стационарной крышей без понтона

РВСП – резервуар вертикальный со стационарной крышей с понтоном

РВСПК – резервуар вертикальный с плавающей однодечной крышей

ГРП, ТП – газораспределительный пункт, трансформаторные подстанции

1. Характеристика сырья, Тип А и Б. Потребители и потребление нефтяного кокса планируемого к производству.

Работа является закономерным продолжением:

Глубокая переработка тяжелых нефтяных остатков. Концептуальный анализ

<https://makston-engineering.ru/kontseptualnyy-proyekt-28-new>

Глубокая переработка тяжелых нефтяных остатков. Концептуальный анализ

<https://makston-engineering.ru/kontseptualnyy-proyekt-32>

Выбор площадки для строительства производства игольчатых коксов. Инженерное сопровождение проекта <https://makston-engineering.ru/kontseptualnyy-proyekt-40new>

Для работы будущего завода предполагается использование широкого сырьевого ассортимента, который может быть разделен на два основных типа.

Тип А. Мазуты первичных и вторичных процессов нефтепереработки и их смеси, гудроны, асфальты, тяжелые остатки висбрекинга.

ГОСТ 10585-99 не регламентирует весовое содержание тех или иных составляющих в мазуте (за исключением первичных и вторичных керосино – дизельных фракций, нормирование которых ограничено 22-25%), кроме того, включение в состав мазутов М 40, 100, 200 ниже перечисленных компонентов не нарушит показателей качества, определяемых стандартом.

1. Мазут атмосферной перегонки нефти.
2. Гудрон.
3. Вакуумные газойли или ВГО.
4. //
5. Экстракты масляного производства.
6. Керосино–дизельные фракции (первичные и вторичные).
7. Тяжелые дизели каталитического крекинга
8. Тяжелые дизели коксования.
9. Битумы и асфальты.
10. Остатки висбрекинга, любые, кроме бензина ВБ.
11. Тяжелая смола пиролиза.
12. Вакуумные остатки и гудроны.

По понятным, и в большинстве случаев по экономическим причинам в составе вторичных мазутов практически отсутствуют составы, которые выделены желтым фоном, так как продаются на рынке по ценам выше, чем мазут и значительно более востребованы.

Сырье **Тип А** полученное из нефтей Rebco или Urals при любых соотношениях компонентов, не отмеченных желтым фоном перерабатываемое на УЗК будет продуцировать нефтяные коксы, как добавки коксующие или спекающие, как топливный кокс с различным содержанием серы и лишь в отдельных случаях возможен выпуск анодных коксов при содержании серы не более 2,5% масс.

Содержание серы в коксах определяется эмпирически:

- содержание серы в сырье УЗК, % масс. 0.50, 1.00, 1.50, 2.00, 2.50, 3.00
- содержание серы в коксе, % масс. 0.89, 1.59, 2.29, 2.99, 3.69, 4.39

Существует ряд поправочных коэффициентов, которые более точно определяют связь между содержанием серы в сырье и продукции (коксе), но для принципиального понимания потенциала сырья достаточно приведенных соотношений.

Значительное влияние на снижение содержание серы в коксах оказывает, и доля тяжелого дизеля коксования, если он вовлекается в процесс, как и предусматривается в предполагаемой конфигурации процесса.

Соотношение компонентов при работе завода на сырье **Тип А** полученном из нефтей Rebco или Urals не отмеченных желтым фоном может быть абсолютно любое. Выход кокса определяется эмпирически:

- коэффициент коксуетости (Конрадсона) сырья, % 8.0, 10.0, 15.0, 20.0, 25.0, 30.0
- выход кокса, % масс. 16, 20, 22.5, 32.5, 43.5, 52,0

Существует ряд поправочных коэффициентов, которые более точно определяют связь между коэффициентом коксуетости сырья и выходом кокса, но для принципиального понимания потенциала сырья достаточно приведенных соотношений.

Значительное влияние на выход кокса оказывает доля тяжелого дизеля коксования и степень его ароматизации в дополнительной печи, как и предусматривается в предполагаемой конфигурации процесса.

При работе на сырье **Тип А** технологическое планирование и расчет экономики завода осуществляется достаточно просто, в том числе и на основе приведенных соотношений. Выбор сырья определяется исключительно его доступностью на рынке и возможностью транспортировки и разгрузки в зимнее время.

Тип Б. Тяжелые остатки термического и каталитического крекингов, масляные экстракты, остатки тяжелой ароматики (C11+) и полиароматики, каменноугольные пеки и смолы, тяжелая смола пиролиза, прямогонные гудроны, тяжелые остатки переработки сланцев.

Перечисленные нефтепродукты используются для производства технического углерода или специальных видов кокса (игольчатые, изотропные, анизотропные, анодные,

электродные, коксы для конструкционных графитов, графитов используемых в кладке АЭС, графитированных электродов сталеплавильных печей).

Приготовление рецептур на основе сырья **Тип Б** является довольно сложной технологической операцией, большинство рецептов не попадают в открытый доступ и как правило производитель специальных коксов работает в тесной связи с потребителями, т.е. производителями электродной продукции:

- ОАО «Энергопром», Новосибирский электродный завод
- ОАО «Энергопром», Челябинский электродный завод и Челябинский ЭМК
- ОАО «Энергопром», Новочеркасский электродный завод

В 2013 и 2014 годах электродные заводы потребили 146 и 158 тыс. т электродного кокса.

Производителями конструкционных графитов, графитов для АЭС, графитов для электродов сталеплавильных печей и т.д., являются:

- ОАО «Графит - ЭлМЭЗ»
- ООО «Донкарб Графит»
- ЗАО «Технографит»
- ОАО «НИИграфит»
- ФГУП «Салют»

Потребление специальных коксов этими предприятиями составляет:

- Изотропные коксы 6-10 тыс. т/год
- Мезофазные пеки для производства углеродного волокна 1-2 тыс. т/год
- Синтетические пеки в качестве связующего и пропиточного пека 6 -10 тыс.

Металлургические предприятия потребили в 2013 году 700 тыс. т, а в 2014 году 870 тыс. т высокосернистых коксов и коксующих добавок. Потребление предприятиями цементной промышленности аналогичных марок кокса не превышает 25-35 тыс. т/год.

Предприятия алюминиевой промышленности – Братский, Волгоградский, Красноярский, Новокузнецкий, Саяногорский и Иркутский заводы являются потребителями практически всех видов нефтяного кокса, с содержанием серы от 1.5% до 4.5%, хотя обще-корпоративный стандарт этих заводов устанавливает предел в 1.5% масс. **Глава 5.**

Импорт из стран СНГ малосернистых (до 1.5 % масс.) электродных коксов в 2013 и 2014 годах составил 340 и 350 тыс. т, соответственно.

Внимание! По прогнозам РУСАЛа потребность в таком коксе после пуска новых алюминиевых заводов составит не менее 1 млн. тонн в год. Наилучшие показатели по содержанию серы имеют Омский и Комсомольский НПЗ выпускающие коксы с серой 1,3%, а также Волгоградский и Ангарский НПЗ - с серой 1,6%. В перспективе, для этих заводов ожидается ухудшение качества электродных сырых коксов, обусловленное

ухудшением исходного нефтяного сырья. Все остальные НПЗ РФ, выпускающие нефтяные коксы не имеют показателей по содержанию серы менее 3% масс.

Импортные электродные коксы, поставляемые из Казахстана: Павлодарский и Атырауский НПЗ, Туркмении: Туркменбашинский НПЗ, Азербайджана: Бакинский НПЗ, Узбекистана: Ферганский НПЗ и Украины: Надвоянский НПЗ по содержанию серы не превышают 1% масс, если работают на проектом сырье, как правило, это местные, а не привозные нефти.

Импорт игольчатых коксов в 2013 и 2014 годах составил 15 и 25 тыс. т, следует отметить, что с введением санкций поставки игольчатого кокса из США и Японии прекращены.

Цены на электродный нефтяной кокс являются формульными, в качестве компоненты формулы используется котировка на алюминий. Аналогично рассчитывается и цена на топочный кокс, в качестве компоненты формулы используется котировка на коксующийся уголь. Электродный нефтяной кокс не является биржевым товаром, цены предложений и сделок в свободном доступе не публикуются.

Исходя из имеющейся в нашем распоряжении модели нефтепереработки РФ, с учетом плана пуска новых установок замедленного коксования, можно с уверенностью утверждать, что с 2016-2017 годов рынок высокосернистого нефтяного кокса (сера более 3% масс) станет профицитным. По итогам 2015 года ожидается дефицит около 700 тыс.т., ликвидацию которого обеспечивает пуск УЗК средней мощности.

Потребление электродных коксов с содержанием серы до 1.5% масс для электродной промышленности к 2025 году плавно возрастет до 200 тыс. т. год, в нынешнем году ожидаемое потребление составляет 150 тыс. тонн в год.

Потребление специальных коксов также возрастает до 20 тыс. т/год к 2025 году, но, учитывая малые объемы потребления, а также специфическое сырье и технологию производства, мы не предполагаем, что данная ниша будет интересна Заказчику.

Исключительно с технологической точки зрения мы предлагаем Заказчику сконцентрировать все усилия на выпуске электродных коксов с содержанием серы до 1.3%, рецептура которых показана в **Таблице 5**.

Но всегда следует помнить, что рынок имеет потенциал развития, обусловленный возможностью импортозамещения, в перспективе на рынке могут появиться новые конкурирующие производства. Для снижения рисков мы рекомендуем заказать маркетинговое исследование рынка нефтяного кокса вашего качества **Таблицы 4,5,6**, включая баланс спроса и предложения и прогноз спроса по сегментам. С нашей точки зрения, наиболее компетентной в этой области является компания «Инфо ТЭК».

2. Площадка строительства " Ока - Полимер". Альтернативные площадки "Пластик", "Корунд". Обеспеченность энергоресурсами

Строительство установки по глубокой переработке тяжелых нефтяных остатков предполагается на площадях «Ока - Полимер», но не исключается размещение на площадках заводов «Корунд» и «Пластик» все они располагаются в промышленной зоне г. Дзержинск, Нижегородская область. В **Таблице 1** показаны преимущества и недостатки потенциальных участков строительства.

Таблица 1.

Конфигурация ОЗХ в зависимости от выбора площадки строительства и оценка в баллах (макс. 5)				
Ресурсы	Ока	Пластик	Корунд	Примечание
Электричество низкого напряжения	(3)	(3)	(3)	Подача напряжения от существующих ТП. Баллы по состоянию ТП.
Электричество среднего напряжения	(3)	(3)	(3)	
Электричество высокого напряжения	(3)	(3)	(3)	
Свежая промышленная вода на градирни и на приготовление обессоленной воды для резки кокса, 40 м3/час	Речной водозабор (3)	Речной водозабор (4)	Речной водозабор (4)	Баллы по расстоянию до водозаборов.
Охлаждающая вода, до 1500 м3/час	(0)	(0)	(0)	Требуется строительство собственных градирен
Пар водяной, до 10 т/час, Давление 15 бар	Требуется строительство котельной (0). Расстояние до ТЭЦ от Ока - Полимер н/м 5 км. Завод Пластик не имеет связи с ТЭЦ.		От Дзержинской ТЭЦ (5), 800 м	На заводе Корунд строительство котельной не требуется, если стоимость пара и цена его транспортировки по сетям завода будут согласованы.
Вода питьевая, не менее 0.5 м3/час	(3)	(2)	(4)	От городских сетей. Баллы по потерям в сетях.
Вода пожарная, расчет выполняется специализированной организацией	(3)	(5)	(5)	От сетей площадки, возможно с расширением для завода Пластик.
Воздух технический. Нормальный 0.5 – 1 м3/час, пиковый до 50 м3/час, но не более 3 часов	(5)	(4)	(3)	От установки воздуходеления Линда-Газ. Баллы по расстоянию до генерации.
Воздух измерительных приборов. Нормальный 15 – 20 м3/час	(5)	(4)	(3)	
Азот технический. Нормальный 3 м3/час, пиковый до 100 м3/час, но не более 3 часов	(5)	(4)	(3)	
Деминерализованная вода, 5 - 7 м3/час	В составе стоящейся котельной (0)		От Дзержинской ТЭЦ (5) 800 м	Требуется для обеспечения собственных котлов утилизаторов
Обессоленная вода, 10 м3/час на резку кокса и 10 м3/час на приготовление деминерализованной воды	(0)	(0)	(0)	Требуется для резки электродного кокса. Новая модульная установка.
Газ природный, до 2 т/час или 3000 нм3/час	(4)	(3)	(5)	Подача от существующих ГРП. Баллы по расстоянию до ГРП. На заводе Пластик требуется дополнительный трубопровод
Производственные стоки, до 10 – 12 м3/час	(3)	(5)	(2)	Баллы по состоянию сетей и расстоянию до очистных сооружений
Наличие эстакад для подвода энергоресурсов к площадке строительства установки по глубокой переработке	(0)	(1)	(3)	Баллы по наличию и техническому состоянию эстакад
Карстоопасность площадки строительства/	(3)	(5)	(3)	Максимальный балл соответствует полному отсут-

				ствию карста.
ИТОГО	31	32	36	Максимальный балл соответствует наиболее благоприятному варианту строительства

Дзержинская промышленная зона в целом характеризуется развитием карста, что накладывает определенные ограничения на строительство и требует внимательного размещения объектов при формировании генерального плана завода. На стадии инженерно – геологических изысканий мы рекомендуем привлекать к работе специализированную организацию ООО «Противокарстовая и береговая защита» <http://www.antikarst.ru/> которая имеет богатый опыт работы на этой территории и соответствующие архивные данные.

В **Приложение 3** показаны параметры энергоресурсов в точках подключения технопарка «Ока - Полимер», но на границах площадки строительства параметры могут быть совершенно иные, причем не в лучшую сторону. Аналогичные опросные должны быть составлены для площадок «Корунд» и «Пластик».

На площадке «Ока - Полимер» строительство завода планируется на той же территории, где и было определено место для реализации проекта «Русвинил» компании Сибур, данный участок является самым безопасным в отношении карста, но максимально удален от точек подключения к энергоресурсам.

На площадке «Корунд» строительство возможно на территориях, которые были отведены для строительства объектов ТДИ (толуилендиизоцианат) или поликарбоната, имеющие самостоятельный ж/д въезд, а также являющиеся наименее карстоопасными для всей территории завода «Корунд», что и было подтверждено инженерно - геологическими изысканиями перед началом строительства комплекса изоцианатов.

На площадке «Пластик» строительство завода возможно в любой точке свободных 78 Га территории, так как карст на данной площади отсутствует полностью, ж/д въезд на площадку имеется.

Энергоснабжение площадок «Ока - Полимер», «Корунд», «Пластик» производится от Игумновской и Дзержинской ТЭЦ, а также из общих энергетических сетей РФ.

Обеспечение паром площадок «Ока – Полимер» и «Корунд» производится от Дзержинской ТЭЦ, но следует принимать во внимание, что расстояние от Дзержинской ТЭЦ до площадки «Ока - Полимер» около 5 км и потери тепла очень значительны. Расстояние до площадки «Корунд» от этой же ТЭЦ не более 800 м, конечно же это является неоспоримым преимуществом. Площадка «Пластик» не имеет паропроводов с ТЭЦ, так как работает на собственной котельной.

Все три площадки не располагают возможностями по обеспечению завода охлаждающей водой от градирен, а также деминерализованной водой и обессоленной водой, что потребует строительство собственных градирен. Расстояние до водозаборов и их тип указан в **Таблице 1**.

Все три площадки не располагают факельными хозяйствами, что потребует строительство собственного факела.

Особое внимание следует уделить подключению будущего завода к сетям пожарной воды, на площадках заводов «Корунд» и «Пластик» эти сети имеются и они действующие, на площадке «Ока - Полимер» ситуация по пожарным сетям на настоящий момент не определена. Следует понимать, что создание собственных пожарных водоемов, оборудованных пожарными насосами повлечет значительное удорожание строительства, так как в зонах карстоопасности вопросам гидроизоляции уделяется значительное внимание, что не является дешевым мероприятием.

На всех трех площадках строительства отсутствует возможность получения водорода со стороны, что повлекло за собой включение в проект собственной установки по производству водорода из природного газа. Строительство установки увеличивает капитальные затраты, но и создает дополнительную прибыль для компании «Макстон» так как в потреблении водорода заинтересованы заводы «Авиабор», «Синтез», а также производство этиленхлоргидрина принадлежащие «Казаньоргсинтез».

3. Обновленная технологическая конфигурация завода BFD схемы и материальные балансы по установкам и по заводу в целом для трех вариантов переработки

Технологическая конфигурация на переработку сырья Тип А, Тип Б определяется техническим заданием, **Приложение 1**, а именно:

- переработка сырья **Тип А** возможна в любых соотношениях от различных заводов, вариации по выходу кокса, а также изменения по содержанию серы в коксах в зависимости от типа сырья приведены в **Главе 1**. Составы сырья **Тип А** используемые для расчетов **Приложение 2 и 2А**.

- для получения товарного ДТ соответствующего требованиям, предъявляемым к Дизельному топливу ЕВРО Сорт С Вид 3 согласно ГОСТ Р 52368-2005 (ЕН 590:2009) потребуются дополнительные количества: топливо печное бытовое включая вид V, или газойль прямогонный марка А, или фракция газойлевая прямогонная, или фракция прямогонного дизеля для достижения, параметры качества этих нефтепродуктов указаны в **Главе 5, Таблица 6**.

- переработка сырья **Тип Б**, производится в соответствии с рецептурами, которые сначала проверяются на пилотной установке, а полученные коксы изучаются в экспресс – лаборатории на соответствие стандартам **Глава 5, Таблица 6**.

В **Таблице 2** показано сырье **Тип А** на основе мазутов М100 для двух НПЗ.

Таблица 2

Характеристика сырья Тип А			
Характеристика	Ед. Изм.	Мазут М100	
		«НОРСИ» НПЗ	Новокуйбышевский НПЗ
Плотность, при 15°C	кг/м3	1001.1	0.969
Температура замерзания	°С	25	15
Зольность	% масс.	0.048	0.045
Ванадий	ppm	98	135
Натрий	ppm	н/д	16
Никель	ppm	н/д	31
Медь	ppm	н/д	-
Железо	ppm	н/д	-
Кремний	ppm	н/д	10
Алюминий	ppm	н/д	5
С7 асфальтены	% масс.	н/д	3.6
Коэффициент Конрадсона	%масс.	15.39	9.45
Содержание тетрадерных ароматических соединений	%масс.	н/д	6.12
Вязкость 100°С	сСт	39.23	-
Вязкость 80°С	сСт	-	76.97
Вязкость 50°С	сСт	454.3	-
Сера	%масс.	2.97	2.83
Температура вспышки	°С	141	136
Температура начала кипения	°С	215.5	245.6
10 % масс. испаряется при	°С	324.9	389.42
30 % масс. испаряется при	°С	426.7	468.33
50 % масс. испаряется при	°С	534.6	550.24
70 % масс. испаряется при	°С	620.8	629.45
90 % масс. испаряется при	°С	734.7	744.5
Количество керосино-газойлевой фракции испаряющейся до 350°С	%	23.5	4.43
Сырьевая составляющая мазута М 100			
- мазуты после АТ	%	10	35
- гудрона после ВТ	%	45	30
- тяжелые остатки ВБ	%	35	0
- тяжелый дизель коксования	%	0	30
Прочие тяжелые остатки	%	10	5
ИТОГО по компонентам	%	100	100

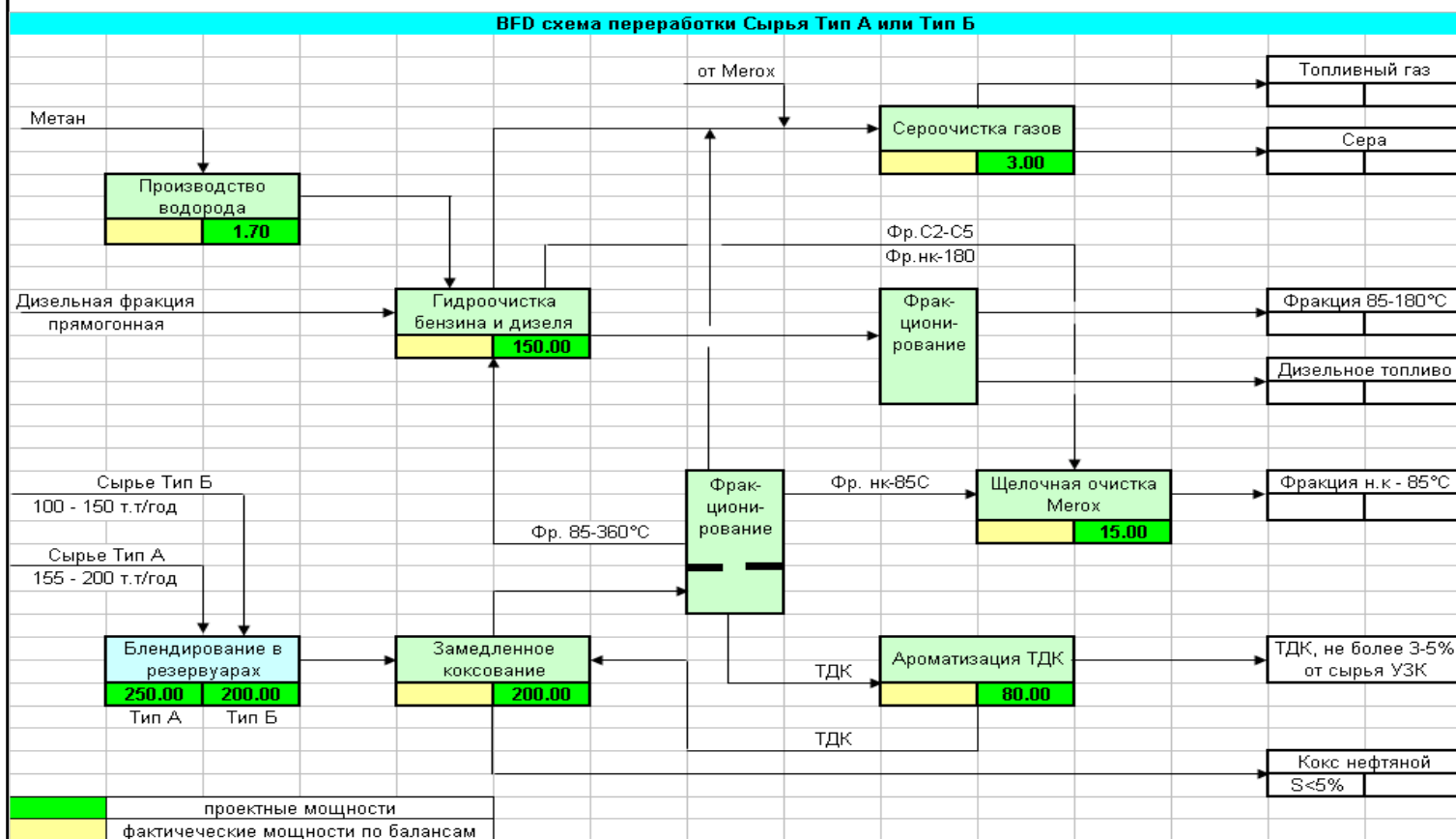
В **Таблице 3** показаны характеристики сырья **Тип Б**.

Таблица 3

//

На Схеме 1 показана конфигурация процессов переработке сырья Тип А, Б.

Схема 1.



Принципиальное отличие данной схемы от

Глубокая переработка тяжелых нефтяных остатков. Концептуальный анализ

<https://makston-engineering.ru/kontseptualnyy-proyekt-28-new>

Глубокая переработка тяжелых нефтяных остатков. Концептуальный анализ

<https://makston-engineering.ru/kontseptualnyy-proyekt-32>

заключается в том, что:

- установка термического крекинга заменена на дополнительную печь в составе УЗК, которая, по сути, выполняет роль реактора ТК и увеличивает коэффициент Конрадсона (CCR) тяжелого дизеля коксования в 8-10 раз, что позволяет его использовать, как эффективный рецикл для процесса замедленного коксования. Подобное технологическое решение было приобретено компанией Заказчика в виде комплекта технической документации для действующей установки УЗК располагающейся на одном НПЗ бывших стран СЭВ, а ныне входящих в ЕС. Документация была адаптирована компанией Лудан <http://www.ludan-group.com/> ее филиалом в <http://ludan.ro/about?lang=Ru>

- в структуру комплекса включено производство водорода, что позволяет реализовывать любые процессы гидроочистки, а также иметь некоторый избыток водорода, как товарного продукта для потребителей Дзержинского промышленного узла, например, для

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/>

заводов «Авиабор», «Синтез», а также на производство этиленхлоргидрина «Казаньоргсинтез», располагающееся рядом с заводом Заказчика. Технологическое решение по установке водорода было приобретено компанией Заказчика в виде комплекта технической документации для действующей установки получения водорода конверсией метана, располагающейся на НПЗ бывших стран СЭВ, а ныне входящих в ЕС. Документация была адаптирована компанией GTC <http://gtccom.com/> а именно ее филиалом в //////////.

Следует отметить, что при использовании в качестве основы существующих технологий применительно к новым условиям работы, называется – технологической репликой. Технология реплик учитывает все минусы, которые существовали по процессу и оборудованию использует новые катализаторы, реагенты, химикаты новых катализаторов и реагентов, т.е воспринимает все лучшее, что появилось за период между созданием оригинала и его улучшенной копии применительно к новым технологическим условиям, а также к нормам и правилам страны строительства.

По способу технологической реплики на предприятии Заказчика также проектируются и будут построены:

- установка совместной гидроочистки бензина и дизеля (фракция 85-360°C), технологическое решение частично было приобретено компанией Заказчика в виде комплекта технической документации для действующей установки ГО располагающейся на одном НПЗ бывших стран СЭВ, а ныне входящих в ЕС. Документация была адаптирована под процесс совместной очистки бензиновых и дизельных фракций компанией Лудан

- установка щелочной очистки легких бензиновых фракций, технологическое решение было приобретено компанией Заказчика в виде комплекта технической документации для действующей установки Мерокс располагающейся на НПЗ бывших стран СЭВ, а ныне входящих в ЕС. Документация была адаптирована компанией <http://gtccom.com/> а именно ее филиалом в //////////, для значительно меньшей мощности.

Продолжаем комментировать **Схему 1** и обращаем внимание на ряд существенных моментов, которые будут учтены на последующих этапах проектирования.

Блендирование (перемешивание) сырья предусматривается обязательно, как для сырья **Тип А**, так и для сырья **Тип Б**.

При работе на сырье **Тип А** нет необходимости предусматривать специальные резервуары блендирования, достаточно в парке хранения мазута, выделить два или даже один резервуар, оборудовать их системой трубопроводов и циркуляционных насосов, которые смогут забирать продукт с нижней части резервуара и подавать его через верхнюю часть по «опуску» до дна резервуара.

При работе на сырье **Тип Б** ситуация с хранением и блендированием обстоит несколько сложнее, а именно:

- сырьевые составляющие **Тип Б** хранятся в отдельных резервуарах
- хранение сырьевых составляющих **Тип Б** в резервуарах, где находилось сырье **Тип А**, не желательно, либо резервуары должны быть тщательно очищены.
- блендирование сырьевых компонентов Тип Б осуществляется под руководством технолога на основании рецептурных карт, заверенных экспресс-лабораторией

Внимание! Понимание состава сырья на стадии проектирования при симуляции процесса дает возможность оценить вариабельность по нагрузке, это обусловлено тем, что газойлевая фракция до 365°C может быть удалена в колоне фракционирования до подачи в камеры коксования, что и обеспечит изменение сырьевых возможностей от 150 до 200 т.т./год.

Производство водорода основано на традиционном процессе – риформинг метана, его необходимость в схеме завода продиктована тем, что бензины и дизели коксования практически не подлежат хранению из-за наличия большого количества непредельных соединений и должны быть переработаны максимально быстро.

Гидроочистка дизельных и бензиновых фракций не типичный процесс для Мини – НПЗ перерабатывающих нефть, даже если в структуре присутствуют вторичные процессы объема светлых нефтепродуктов от процесса АТ достаточно для снижения концентрации олефинов и диенов в бензинах и дизелях вторичных процессов, до получения продуктов второго и третьего классов качества (Евро 2,3).

Выбор в качестве приоритетного направления только переработку мазутов предполагает, что содержание олефинов и диенов в бензинах УЗК должно быть снижено до безопасного уровня и желательно с повышением ликвидности получаемых продуктов.

Одним из способов «нейтрализации» олефинов в бензинах коксования, кроме процесса гидроочистки, является процесс ароматизации, но для минимальной загрузки требуется не менее 100 т.т/год бензинов (УЗК, ТК, КК) содержащих в своем составе не менее 20% непредельных углеводородов. Для облагораживания дизельных фракций подобной альтернативы не существует. Снижению содержания серы в дизеле и гидрирование непредельных соединений позволяет довести его качество до соответствия требованиям, предъявляемым к Дизельному топливу ЕВРО Сорт С Вид 3 согласно ГОСТ Р 52368-2005 (ЕН 590:2009), конечно с учетом дополнительного блендинга прямогонным гидроочищенным дизелем. Бензины коксования после гидроочистки значительно теряют в октановом числе, что делает их малопригодными для компаудирования автобензинов, но чрезвычайно интересными в качестве сырья риформинга на бензины или ароматику или пиролиза (парового крекинга).

В отчетах

Глубокая переработка тяжелых нефтяных остатков. Концептуальный анализ <https://makston-engineering.ru/kontseptualnyy-proyekt-28-new>

Глубокая переработка тяжелых нефтяных остатков. Концептуальный анализ <https://makston-engineering.ru/kontseptualnyy-proyekt-32>

достаточно детально охарактеризованы особенности совместной гидроочистки бензинов и дизелей коксования со ссылкой на двух лицензиаров этого процесса www.sinopectech.com или www.mustangeng.com Publications, "G". **Тем не менее, наша компания смогла подобрать для Заказчика альтернативный вариант** – инжиниринговую компанию, которая уже имеет практический опыт по реализации проекта совместной гидроочистки, а также опыт создания реплик.

Установка щелочной очистки фракции н.к – 85°C, Мерох или его аналог. Выделение фракции н.к. - 85°C из состава сырья, подаваемого на совместную гидроочистку бензина и дизеля обязательно, в противном случае, не минуемо образования паровых пробок в реакторах гидрирования олефинов или гидроочистки, что создает значительные сложности при эксплуатации. Щелочные стоки после установки Мерохс, по нашей информации, снова становятся ликвидным товаром для целлюлозно-бумажных комбинатов, если это будет подтверждено Заказчиком, то имеет смысл на складе хранения предусмотреть емкость до 100 м³ и периодически отгружать этот продукт.

Установка сероочистки газов является обязательной в схеме переработки с использованием процессов гидроочистки и тем более, замедленного коксования, работающего на высокосернистом сырье. Незначительная мощность установки по сере накладывает определенные ограничения на выбор процессов, то есть как альтернативу для процесса Клауса, который чаще всего используется на больших мощностях. К сожалению покупка установки Клауса малой мощности (с лицензией Текнимонт) из не ликвидного оборудования одной из российских нефтяных компаний исключается, т.к. запрошенная цена только на оборудование превышает стоимость строительства установки под ключ практически на порядок. Возможно, следует рассмотреть процесс SulFerox предназначенный для мощностей по сере до 5.0 т. т/год, либо процесс THIOPAQ O&G, работающий по принципу биологической очистки и выпускающий серу, как товарный продукт для агрохимии и сельского хозяйства.

Внимание! Топливные газы после сероочистки содержат значительную долю углеводородов C3-C4, возможно, что нынешние достижения в промышленном использовании мембранных технологий позволят выделить пропан – бутан как товарную смесь.

Сводный материальные балансы для сырья **Тип А** выполнен на основе вторичных мазутов M100 **Приложение 2, 2А**, согласно Технического задания **Вариант 1**.

Таблица 4

Переработка мазута М 100 НПЗ "НОРСИ". Вариант 1 согласно ТЗ.			
Сырьё	% масс	Тыс. Тонн	
Мазут М 100 Норси CCR=15.39, Сера=2.97% масс	87.32%	160.00	160
Дизельная фракция прямогонная. Се-ра=0.96% масс	10.91%	20.00	20.00
Циркуляционный водород на ГО	1.77%	3.24	
Итого	100.00%	183.24	
Продукты переработки			
Дизельное топливо	40.26%	73.76	На склад хранения
Фракция н.к - 85°С, после Мерокс	6.53%	11.96	На склад хранения
Фракция бензина 85 - 180°С, после ГО	13.41%	24.58	На склад хранения
Сера	1.23%	2.25	На склад хранения
Газы в топливную сеть	11.99%	21.97	
Кокс нефтяной, сера 4.50%	26.32%	48.22	На склад, сера н/б 5.0%
Потери	0.27%	0.49	
Итого	100.00%	183.24	

Сводный материальные балансы для сырья **Тип Б** выполнен на основе малосернистых мазутов и вторичных продуктов переработке **Таблица 3**, согласно Технического задания **Вариант 2**.

Таблица 5

Переработка сырья Тип Б, Вариант 2, согласно ТЗ			
Сырьё	% масс	Тыс. Тонн	
Мазут прямогонный малосернистый CCR=4.85, Сера=0.98% масс	42.83%	80.00	80.00
Тяжелый газойль КК CCR=4.67, Сера=0.39% масс	21.41%	40.00	40.00
Экстракт масел CCR=8.90, Сера=0.21% масс	21.41%	40.00	40.00
Дизельная фракция прямогонная. Се-ра=0.96% масс	13.38%	25.00	25.00
Циркуляционный водород на ГО	0.96%	1.79	
Итого	100.00%	186.79	
Продукты переработки			
Дизельное топливо	50.22%	93.80	На склад хранения
Фракция н.к - 85°С, после Мерокс	6.24%	11.66	На склад хранения
Фракция бензина 85 - 180°С, после ГО	12.23%	22.85	На склад хранения
Сера	0.31%	0.57	На склад хранения
Газы в топливную сеть	12.79%	23.89	
Кокс электродный, сера 1.18%	17.94%	33.51	На склад, сера н/б 1.25%
Потери	0.27%	0.50	
Итого	100.00%	186.79	

Сводный материальные балансы для сырья **Тип Б** по **Варианту 3** согласно ТЗ выполнен на основе вторичных продуктов переработке **Таблица 2**.

Таблица 6

Переработка сырья Тип Б, Вариант 3, согласно ТЗ			
Сырьё	% масс	Тыс. Тонн	
Мазут прямогонный малосернистый CCR=4.85, Сера=0.98% масс	0.00%	0.00	0.00

Тяжелый газойль КК CCR=4.67, Сера=0.39% масс	18.45%	34.40	34.40
Экстракт масел CCR=8.90, Сера=0.21% масс	34.32%	64.00	64.00
Смола пиролиза тяжелая CCR=12.5, Сера=0.15% масс	10.30%	19.20	19.20
Остаток ТК CCR=14.1, Сера=0.71% масс	22.74%	42.40	42.40
Дизельная фракция прямогонная. Сера=0.96% масс	13.41%	25.00	25.00
Циркуляционный водород на ГО	0.78%	1.45	
Итого	100.00%	186.45	
Продукты переработки			
Дизельное топливо	45.25%	84.37	На склад хранения
Фракция н.к - 85°C, после Мерокс	6.25%	11.66	На склад хранения
Фракция бензина 85 - 180°C, после ГО	12.50%	23.31	На склад хранения
Сера	0.16%	0.29	На склад хранения
Газы в топливную сеть	12.74%	23.75	
Кокс игольчатый, сера 0.72%	22.85%	42.60	На склад, сера н/б 0.8%
Потери	0.26%	0.49	
Итого	100.00%	186.46	

На **Схемах 2, 3, 4** показаны все основные потоки, а также потребление сырья и выпуск готовой продукции.

Схема 2

BFD схема переработки мазут М 100 Лукойл-Нижегороднефтеоргсинтез

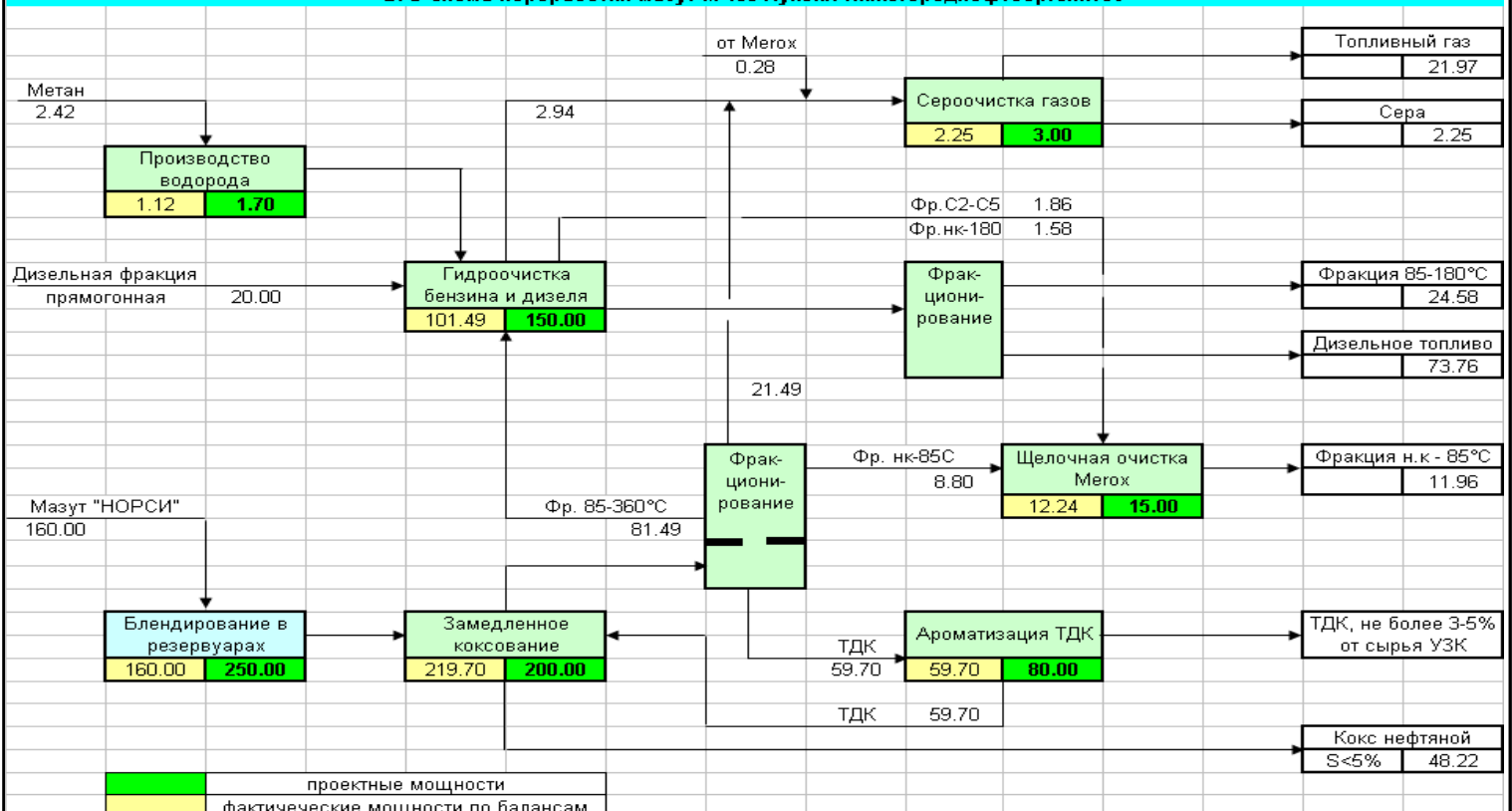


Схема 3

- соответствие Вариантами переработки 1,2,3 по техническому заданию Заказчика

- **Вариант 1.** Доступность сырья количество, которого в РФ значительно превышает спрос, что соответствует материальному балансу по **Таблице 4**, в основе которого заложены высокосернистые мазуты. Получаемые коксы высокосернистые с очень низкой ценой продаж, даже при выпуске в виде коксующейся добавки, но, тем не менее, они имеют понятную рыночную позицию, в соответствии со своим качеством **Глава 5**.

- **Вариант 2.** Доступность сырья, в том числе и собственного, что соответствует материальному балансу по **Таблице 5**, в основе которого заложены малосернистые мазуты. Получаемые коксы относятся к электродным малосернистым нефтяным коксам, а при детальном исследовании структуры, не исключено, что они будут классифицированы, как игольчатые коксы Intermediate, имеющие понятную рыночную позицию, в соответствии со своим качеством **Глава 5**.

- **Вариант 3.** Получение электродных коксов, полученных из крекинговых продуктов переработки нефти (остатки ТК и ВБ, экстракты масел, смолы пиролиза) что соответствует материальному балансу по **Таблице 6**. Полученные по данной рецептуре коксы относятся по своей структуре к игольчатым, а по качеству к группе Intermediate, в случае снижения содержания серы до 0.6% масс. они будут квалифицированы по группе Premium. Данные коксы имеют очень высокую рыночную стоимость, но, как и каждый продукт из категории reformans требуют своего покупателя, например, коксы, получаемые по этой рецептуре (показатели качества приведены в **Главе 5**) предназначались для ниппельных изделий.

При производстве специальных коксов из категории reformans, обязательно наличие небольшой пилотной установки на выпуск до 100-200 кг коксов с последующим изучением качественных показателей, если они удовлетворяют требованиям потребителя, то производится выпуск промышленных партий. Подобные лаборатории являются комплектными, и легко доступны включая требуемую лабораторную базу. В **Приложении 4** дано краткое описание экспресс – лаборатории, а также перечень оборудования, которое необходимо для исследования полученных коксов на пилотной установке по известным или разрабатываемым рецептурам.

Лаборатория будет необходима и на этапе регулирования режима, подбора или смены рецептур при выпуске электродных коксов.

4. Процесс замедленного коксования без выпуска тяжелого дизеля

Технологическое описание процесса замедленного коксования неизменно относительно представленного в отчётах

Глубокая переработка тяжелых нефтяных остатков. Концептуальный анализ
<https://makston-engineering.ru/kontseptualnyy-proyekt-28-new>

Глубокая переработка тяжелых нефтяных остатков. Концептуальный анализ
<https://makston-engineering.ru/kontseptualnyy-proyekt-32>

Принципиальным отличием является:

- сырье Тип А или Тип Б подается непосредственно на УЗК минуя установку ТК, что несколько увеличивает операционные затраты, но существенно снижает CAPEX, так как установка ТК исключается из схемы

- тяжелый дизель коксования вместо установки ТК направляется на дополнительную печь, которая входит в состав УЗК и ее основное предназначение, это увеличение коксумости ТДК за счет процесса ароматизации с образованием ПАУ.

Далее по тексту все принципиальные изменения, которые связаны с ТДК и печью ароматизации выделены красным цветом.

Секция нагрева сырья и камер коксования, состоит из печи нагрева сырья радиантной и конвекционной секций, камер коксования с системами резки кокса.

Секция фракционирования сырья и продуктов коксования, состоит из колонны фракционирования разделенной двумя глухими тарелками и двух стрипперов для отпарки ЛДК и ТДК.

Новая Секция ароматизации тяжелого дизеля коксования, состоит из печи нагрева и ароматизации сырья (ТДК), насосов подачи ТДК на печь, рекуперационных теплообменников для нагрева сырья и его охлаждения.

Секция охлаждения продуктов пропарки кокса, состоит из скруббера охлаждения паров и газов, поступающих от камер коксования при пропарке коксового пирога, а также из продуктов газовой фазе при сбросе давления с камер коксования.

Секция рекуперации и подготовки воды для резки кокса, состоит из бетонного бункера приема воды от резки кокса, деканторов для отстоя воды от коксовой пыли, резервуаров отстоянной воды для подачи на резку кокса.

Секция компримирования газов коксования, состоит из поршневого компрессора, ресиверов на приеме и выходе с компрессора.

Сырье тип А или Тип Б, в зависимости от варианта переработки, подается из парков хранения до насосов-повысителей давления подающих сырье в конвекционную часть печи. В зоне конвекции, сырье нагревается до 350-380°C и подается в нижнюю часть колонны фракционирования, горячие газы и пары продуктов с температурой 420-430°C образующиеся в одной из работающих камер коксования, также подаются в нижнюю часть колонны фракционирования, **но обязательно ниже ввода сырья от печи**. Колонна фракционирования разделена на три части двумя полу глухими тарелками, т.е. пары из

нижней части колонны беспрепятственно попадают в верхнюю часть. Температура верха колонны фракционирования до 115°C, куба до 360-380°C, температура в аккумуляторе легкого дизеля коксования до 260-270°C, температура в аккумуляторе тяжелого дизеля коксования до 380°C, давление в кубе колоны 1.5-2.5 бар.

С верха колонны пары бензина, воды, а также газы коксования проходят аппараты воздушного охлаждения, как правило, это пара аппаратов, с возможностью отключения для ремонта без остановки УЗК. Дальнейшая конденсация паров происходит в водяном холодильнике, который также должен иметь резерв, если трубный пучок выполнен из «черной» стали. Конденсат после воздушного холодильника сливается в емкость, где разделяется на жирный газ, нестабильный бензин и воду с углеводородами.

Жирный газ проходит газовый сепаратор, компримируется, и подается на установку сероочистки газов SulFerox и THIOPAQ O&G.

Нестабильный бензин УЗК насосом, подается на колонну фракционирования в качестве флегмы, а балансовое количество направляется в промежуточную емкость объемом 100-150 м³ (работает под азотной подушкой с дыханием на факел). Бензин УЗК из емкости подается на блок фракционирования, где разделяется на фракцию н.к-85°C, которая подается на щелочную очистку и фракцию 85-180°C, которая подается на совместную гидроочистку бензина и дизеля.

Вода с углеводородами подается насосом, через теплообменник на пароперегреватели, которые расположены в зоне конвекции печи нагрева сырья.

Фракция ЛДК выводится с аккумулятора второй глухой тарелки с температурой до 270°C в стриппер с одновременной подачей в него острого пара, паровая фаза из стриппера возвращается в колонну фракционирования, а жидкая фаза, насосом подается на генератор водяного пара №3 и далее через систему воздушных и водяных холодильников, работающие попарно для обеспечения резерва, насосом направляется в промежуточную емкость объемом 150 – 200 м³, находящаяся на границе установки ГО.

Фракция ТДК выводится с аккумулятора первой глухой тарелки с температурой 380°C в стриппер с одновременной подачей в него острого пара, паровая фаза из стриппера возвращается в колонну фракционирования, а жидкая фаза – ТДК, насосом, подается **на печь ароматизации**, с обязательным прохождением через систему фильтров для очистки от коксовой пыли.

Внимание! ТДК имеет незначительный индекс Конрадсона, поэтому его хранение в промежуточных резервуарах не представляет собой опасности закоксовывания, но в целях исключения повторного подогрева перед подачей **на печь ароматизации**, на стадии базового инжиниринга необходимо предусмотреть прямую подачу ТДК **на печь ароматизации**.

Обязательным условием работы колонны фракционирования является отдельная линия циркуляции кубового продукта, насосом, через рабочий фильтр (резервные насос и фильтр должны находиться в горячем состоянии) для улавливания частиц кокоса и возвращения очищенного продукта в куб колоны. Балансовое количество кубового продукта, насосом, подается в радиантную зону печи, где нагревается до 490-510°C.

Для предотвращения закоксовывания змеевиков производится подача водяного пара на 35 бар в количестве до 3% от количества сырья в зону радиации, кроме того, предусматривается регулирование температуры расхода сырья в печь, при снижении расхода ниже минимального, подача топливного газа прекращается.

Горячий поток сырья из зоны радиации подается в камеру коксования, подача потока производится через низ, время заполнения камеры может варьировать от 12 до 16 часов, а иногда, даже до 20-30 часов. Чтобы исключить или уменьшить пенообразование во время заполнения камер коксования и попадания пены в трубопроводы и колонну фракционирования, в верхней части камер подается пенногаситель – силикон, растворенный в дизельной фракции с концентрацией около 10 ppm.

Время заполнения камеры это и есть время коксования, т.е. время прохождения двух процессов: крекинга и полимеризации, чем больше длиться процесс коксования, чем выше давление и температура и меньше коэффициент рециркуляции, тем лучше качество кокса, но, правила игры диктует не только технология, поэтому, между тремя указанными параметрами выбирается оптимум, который и решается на стадии базового инжиниринга.

Сокращение времени коксования приводит к увеличению содержания летучих веществ, снижению плотности и увеличению пористости прокаленного кокса, но увеличение температуры коксования способствует уменьшению содержания летучих веществ и сокращение времени может быть компенсировано за счет увеличения температуры.

При увеличении давления растёт выход кокса и газов, но суммарный выход жидких продуктов коксования уменьшается. Это обусловлено увеличением степени крекинга высококипящих фракций, которые превращаются в легкие продукты и кокс. Качество кокса с ростом давления улучшается: снижается содержание асфальтенов и металлических примесей.

Коэффициент рециркуляции – его увеличение приводит к снижению содержания в коксе ванадия и никеля, увеличивает анизотропию кокса и уменьшает его прочность.

Пары, т.е. продукты крекинга, с верха камеры коксования постоянно выводятся через клапан регулятор давления в нижнюю часть колоны фракционирования, ниже ввода сырья из конвекционной зоны печи. Жидкие продукты в камере коксования по мере прохождения процесса крекинга и полимеризации, теряют летучие, уплотняются, приобрета-

ют структуру того или иного типа кокса, что практически полностью определяется составом сырья.

Качество кокса в камере понижается снизу-вверх, как за счет снижения давления, так и за счет уменьшения времени пребывания, причем доля кокса с пониженными параметрами качества может достигать и 10-15% от общего объема.

Внимание! В случае выпуска коксов с ценой выше, чем коксы для энергетики на стадии базового инжиниринга в разделе параметров технологического режима предусматриваются компенсационные мероприятия, например, по мере заполнения камеры, температура подачи увеличивается, таким образом, количество некондиционного кокса удастся снизить до 1-2%.

Рабочий цикл коксования уточняется на стадии базового инжиниринга, но примерные временные рамки мало отличаются для УЗК различной мощности, существенную экономию во времени дает автоматическая выгрузка кокса, но, конечно же, нет смысла ее использовать на малых мощностях.

Этап I. Время заполнения камеры может варьировать от 12 до 16 часов, а иногда и до 20-30 часов.

Этап II. Переход с камеры на камеру может занимать до 1.5-2 часов, что связано с постепенным прогревом камеры, снижением количества пены, исключением разбалансировки температурного режима по колонне фракционирования. Давления в камерах во время перехода ограничивается величиной 1.7-2 бара.

Этап III. Основная отпарка кокса паром 13-15 бар, все отгоны направляются в главную колонну фракционирования, до тех пор, пока температура кокса не снизится до 400°C, на установках большой мощности отпарка может занимать до 1,5 часа, в нашем случае, вероятно, что это время ограничится одним часом.

Этап IV. Дополнительная отпарка кокса паром 13-15 бар, все отгоны направляются в скруббер охлаждения, до тех пор, пока температура кокса не снизится до 200°C, на установках большой мощности дополнительная отпарка может занимать до 1 часа, в нашем случае, вероятно, что это время будет значительно меньше.

Этап V. Охлаждение водой производят до тех пор, пока подаваемая вода не перестает испаряться. Время подачи воды на больших установках может достигать 5-6 часов, причем, дебит воды постоянно увеличивается с 12 до 90 м³/час для камер с диаметром до 4 метров, в случае малых камер время охлаждения водой и дебиты будут меньше, но не думаю, что менее 3-х часов. Вода подается до тех пор, пока не перестает превращаться в пар, который направляется в скруббер быстрого охлаждения.

Этап VI. Дренаживание воды производится только после открытия верхнего люка камеры и температуры верха не более 60°C, время дренаживания длится 1-2 часов.

Этап VII. Открытие люков камер занимает до одного часа и зависит от навыков персонала и используемого инструмента.

Этап VIII. Резка кокса производится разбуриванием гидрорезаками с давлением воды до 200 бар. Время на резку кокса для установок большой мощности достигает 2-3 часов. Вода после резки кокса сливается в бетонный резервуар, а из него, насосами, откачивается 2-3 декантора, где отстаивается от коксовой пыли и крошки и перекачивается в обогреваемые резервуары хранения воды для резки.

Этап IX. После завершения резки кокса, люка камеры закрываются, и камера проходит опрессовку азотом, это занимает до 1,5 часа и зависит от навыков персонала.

Этап X. После завершения опрессовки, камера прогревается в течение 0,5-1 часа паром с давлением 3-4 бар. Продувка ведется в скруббер охлаждения, а конденсат дренуруется в бетонный резервуар для слива воды после резки. При достижении температуры камеры 120°C дебит пара увеличивается, и при достижении температуры не менее 135-145°C выдерживается под давлением не менее 3,5-4 бар. На больших установках время прогрева достигает 5 часов.

Новая Секция ароматизации тяжелого дизеля коксования. Тяжелый дизель коксования из нижней части стриппера с температурой $\text{//////}^\circ\text{C}$, подается насосом сначала в зону конвекции печи ароматизации, а потом в зону радиации. Температура ТДК по выходу из печи $\text{//////}^\circ\text{C}$, давление ////// бар, ароматизированный продукт //////// . Соотношение основного потока от главной колонны фракционирования и потока после печи ароматизации составляет //////// что зависит от типа сырья и коэффициента рециркуляции.

Внимание. Ароматизированный ТДК обладает //////// линии обязательно промываются горячим не ароматизированным ТДК после перекачки через них ароматизированного ТДК.

Скруббер быстрого охлаждения, представляет собой цилиндрический аппарат колонного типа, постоянно орошаемый водой в количестве (применительно к масштабу установки) около 5-8 м³/час. Для повышения эффективности рекуперации углеводородов, на вершине скруббера, при необходимости подается ЛДК или ТДК. ////////

Основное предназначение скруббера – прием газопаровой смеси от пропарки кокса, после, того как, так температура в камерах коксования снизилась до 200°C (газопаровая смесь от пропарки кокса с температурой выше 200°C направляется в главную колонну фракционирования).

Газы от ППК, которые сбрасываются при завышении давления в аппаратах, также сбрасываются в скруббер быстрого охлаждения.

Поэтому, скруббер быстрого охлаждения, условно, разделен на две части.

- верхняя часть скруббера, //
- средняя зона скруббера, //
- кубовая зона скруббера, //

Вода из скруббера при 60°C и 1.5 бар, подается насосом в отстойную емкость работающая на разделение фаз, между насосом и емкостью установлен фильтр для улавливания коксовой пыли. Водный слой с низа емкости насосом возвращается в контур циркуляции предварительно охлаждаясь до 40°C в водяном или воздушном холодильнике, а слой углеводородов (смесь бензинов и газойлей), также после охлаждения, подается насосом через фильтр в промежуточную емкость объемом 100-150 м³ (работает под азотной подушкой с дыханием на факел) на секцию фракционирования н.к.-85°C. Поток со скруббера очень небольшой по объему, по этом разбавление бензина 85°C- к.к небольшим количеством дизеля не имеет принципиального значения, но в тоже время, если в данную смесь окажется небольшое количество воды, она успешно будет отделяться совместно с фракцией нк-85°C в виде азеотропа, и тем самым обезопасит проведение процесса ГО и сохранность катализатора.

Газы и пары с верха скруббера проходят через систему воздушных холодильников, а затем водяных холодильников работающих попарно для обеспечения резерва, конденсат сливается в емкость, которая работает на разделении фаз. Водный слой возвращается на орошение скруббера, а слой углеводородов, подается в промежуточную емкость с объемом 100-150м³ (работает под азотной подушкой с дыханием на факел) на секцию фракционирования нк-85°C. Газы с верха емкости попадают в ресивер на приеме компрессора, который осуществляет подачу сероводородсодержащих газов на установку сероочистки газов SulFerox THIOPAQ O&G.

Скруббер охлаждения работает без рециркуляции потоков углеводородов после конденсации для исключения возможных аварийных ситуаций при срабатывании ППК и поступлении горячих газов в скруббер.

При нормальной эксплуатации температура в скруббере не превышает 40°C, но при сбросе продуктов пропарки кокса может возрасть до 60°C и лишь при сбросе ППК температура может достигать 80°C, рост температуры не допускается, что регулируется увеличением подачи воды на орошение, а также включением дополнительных АВО на охлаждение воды в контуре циркуляции.

Внимание! Жидкие продукты после пропарки кокса приходящие на скруббер быстрого охлаждения //

Секция рекуперации и подготовки воды для резки кокса устроена следующим образом: вода и кокс из камеры, по наклонному желобу, попадают в бетонном бассейне, глубина которого на 2-3 метра ниже уровня площадки хранения кокса. Бассейн разделен

Содержание сероводорода		отсутствие
Испытание на медной пластинке		выдерживает
Содержание водорастворимых кислот и щелочей		отсутствие
Кислотность, н/б	мг КОН на 100 см ³	5.00
Зольность, н/б	% масс	0.02
Коксуемость 10% остатка, н/б	% масс	0.35
Цетановое число, н/м		50

ПОЛУФАБРИКАТЫ**Бензин коксования, фракция 85 – 185 °С не гидроочищенная**

Плотность при 15°С	кг/м ³	760 – 780
Содержание серы, н/б	% масс	1.0%
Октановое число (моторное), н/м		75
Фракционный состав		
Начало кипения	°С	85 – 90
10% перегоняются при температуре, не ниже	°С	102
50% перегоняются при температуре, не ниже	°С	138
90% перегоняются при температуре, не ниже	°С	170
Конец кипения	°С	190
Давление паров, при 20 °С	кПа	50 – 55
Содержание бензола	% об.	1 – 3
Иодное число	гр J2/100 гр	65 – 85
Содержание диенов	% масс	3 – 5
Содержание олефинов, н/б	% масс	25

Дизельная фракция коксования 170 – 365 °С, не гидроочищенная

Плотность	кг/м ³	840 – 860
Содержание серы, н/б	% масс	2.5
Фракционный состав		
Начало кипения	°С	170 – 208
10% перегоняются при температуре, не ниже	°С	210
50% перегоняются при температуре, не ниже	°С	260
90% перегоняются при температуре, не ниже	°С	330
Конец кипения	°С	355 – 365
До 350°С отгоняется, не менее	% масс	90
Бромное число	гр Br ₂ /100 гр	25 – 30
Температура вспышки, не ниже	°С	50
Температура застывания, не выше	°С	Плюс 12
Коксуемость, н/б	% масс	0.03

ПРОДУКЦИЯ**Дизельное топливо, ЕВРО Сорт С Вид 3 согласно ГОСТ Р 52368-2005 (ЕН 590:2009)****Фракция 85 – 180°С гидроочищенная**

Плотность при 15°С	кг/м ³	745 - 760
Массовая доля серы, н/б	ppm	10
Содержание олефинов, н/б	% масс.	1.0
Октановое число (моторное), н/м		70
Фракционный состав		
Начало кипения	°С	70 – 80
10% перегоняются при температуре, не ниже	°С	104
50% перегоняются при температуре, не ниже	°С	137
90% перегоняются при температуре, не ниже	°С	175

Конец кипения	°С	185
Давление паров, при 20 °С	кПа	50 – 60
Содержание бензола, н/б	% об.	1.0
Иодное число	гр J2/100 гр	0.5 – 1.0
Содержание суммарной ароматики, н/б	% об	35

Фракция нк – 85°С после щелочной очистки

Плотность при 15°С	кг/м ³	680 - 700
Массовая доля серы, н/б	ppm	300
Содержание олефинов, н/б	% масс.	3.0
Октановое число (моторное), н/м		80
Октановое число (исследовательское), н/м		80
Давление паров, при 20 °С	кПа	100 – 140
Содержание олефинов, н/б	% масс.	20
Содержание диенов, н/б	% масс	3.5

**Коксы нефтяные малосернистые ГОСТ 22898 – 78. Электродные марки: КНГ, КЗГ, КЗА
высший и первый сорт, КНА**

Влажность, н/б	% масс	3.0
Содержание летучих, н/б	% масс	7.0 – 9.0
Зольность, н/б	% масс	0.4 – 0.6
Содержание серы, н/б	% масс	1.0 – 1.5
Массовая доля мелочи, размер кусков менее 8 мм, н/б	%	8.0 – 10.0
Действительная плотность после прокаливании при 1300°С в течении 5 часов	г/см ³	2.08 – 2.13
Истираемость, н/б	%	Не нормируется
Содержание кремния, н/б	ppm	0.04 – 0.08
Содержание железа, н.б	ppm	0.05 – 0.08
Содержание ванадия, н/б	ppm	0.01 – 0.015
Оценка микроструктуры, н/м	балл	По согласованию

Различия в показателях качества в зависимости от перечисленных марок электродных

коксов <http://www.gosthelp.ru/text/GOST2289878Koksyneftnyanye.html>

Коксы электродные суммарные ТУ 38.301-19-99-96 (изм.1).

Марки по качеству		Марка А	Марка Б
Влажность, н/б	% масс	3.0	3.0
Содержание летучих, н/б	% масс	12.0	12.0
Зольность, н/б	% масс	0.6	0.8
Содержание серы, н/б	% масс	1.0	1.5
Массовая доля мелочи, размер кусков менее 8 мм, н/б	%	55	55
Содержание кремния, н/б	ppm	0.08	0.08
Содержание железа, н.б	ppm	0.08	0.08
Содержание ванадия, н/б	ppm	0.015	0.015

**Единые корпоративные требования ОАО «РУСАЛ» к малосернистому нефтяному коксу.
Электродному.**

Влажность, н/б	% масс	0.5
Содержание летучих, н/б	% масс	0.5
Зольность, н/б	% масс	0.5
Содержание серы, н/б	% масс	1.5
Содержание никеля, н/б	% масс	0.016
Содержание железа, н/б	% масс	0.06
Содержание кремния, н/б	% масс	0.06
Содержание ванадия, н/б	% масс	0.015

Содержание натрия, н/б	% масс	0.01
Содержание титана, н/б	% масс	0.003
Содержание кальция, н/б	% масс	0.03
Действительная плотность после прокаливания при 1300°C в течении 5 часов. Для марки КП – 1	г/см ³	2.0 – 2.04
Действительная плотность после прокаливания при 1300°C в течении 5 часов. Для марки КП – 2	г/см ³	2.06 – 2.09
Объемная плотность	г/см ³	0.84 – 0.94
Массовая доля мелочи, размер кусков менее 8 мм, н/б	%	35
Содержание обмасливающего агента, н/б	% масс	0.5

Кокс анодные по спецификации "зеленого" кокса компании ALCOA, США

Влажность, н/б	% масс	10
Зольность, н/б	% масс	0.5
Содержание серы, н/б	% масс	2.5
Содержание летучих, н/б	% масс	12
Содержание ванадия, н/б	ppm	8200
Содержание никеля, н/б	ppm	100
Содержание кремния, н/б	ppm	150
Содержание кальция, н/б	ppm	150
Содержание натрия, н/б	ppm	150
Содержание железа, н/б	ppm	250
Размеры частиц кокса до 5 мм	%	0.00

Кокс нефтяной суммарный для алюминиевой промышленности. ТУ 0258-094-0151806-94. Атыраусский НПЗ.

Влажность, н/б	% масс	3.0
Содержание летучих, н/б	% масс	11.0
Зольность, н/б	% масс	0.60
Содержание серы, н/б	% масс	2.0
Массовая доля мелочи, размер кусков менее 8 мм, н/б	%	60.0

Игольчатые коксы выпускаемые заводом //////////////// по сырьевому Варианту 3, для электродов больших диаметров сталеплавильной промышленности

Марки по качеству		Стандарт	Экстра
Оценка микроструктуры, н/м	балл	Обязательно для каждой партии кокса	
Влажность, н/б	% масс	2.0	2.0
Зольность, н/б	% масс	0.35	0.35
Содержание серы, н/б	% масс	0.8	0.8
Содержание летучих, н/б	% масс	7.0	7.0
Содержание ванадия, н/б	ppm	80	80
Электропроводность	мм/мм ^{°C} *10 ⁻⁶	0.9	0.7

Сера

Содержание основного в-ва, н/м	% масс	99.0
Влажность, н/б	% масс	1.00
Зольность, н/б	% масс	0.09
Органические вещества, н/б	% масс	0.085

ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Водород с установки производства водорода

Содержание основного в-ва, н/м	% об	99.5
Содержание углеводородов, н/б	% об	0.5
Содержание окиси углерода, н/б	ppm	1.0

Содержание CO+CO ₂ , н/б	ppm	3.0
Содержание азота, н/б	% об	0.5
Содержание кислорода, н/б	ppm	10.0
Содержание серы, н/б	ppm	1.0
Натр едкий, раствор 45%		
Внешний вид	Бесцветная или желтоватая жидкость. Допускается осадок основного вещества	
Содержание основного вещества, н/м	% масс	42.0
Массовая доля Na ₂ CO ₃ , н/б	% масс	0.5
Массовая доля Na ₂ SO ₄ , н/б	% масс	0.03
Массовая доля NaClO, н/б	% масс	0.01
Массовая доля NaCl, н/б	% масс	0.05
Сумма окислов железа и алюминия, н/б	% масс	0.02

В **Таблице 7 собрано** достаточное количество стандартов, которые относятся к различным видам электродных, анодных, специальных и игольчатых коксов, а также стандарты предприятий и корпораций. Но сложно заметить, что в основе, так или иначе, заложен ГОСТ 22898 – 78.

Коксы, получаемые из мазута М 100 «Норси» по **Варианту 1**, не соответствуют ни одному из приведенных стандартов, и могут быть реализованы в лучшем случае, как добавка, коксующая для металлургической промышленности, либо как топливо и также по низким ценам. Именно поэтому при работе по **Варианту 1**, все технологические операции процесса должны быть направлены на снижение выхода высокосернистого кокса.

Коксы, получаемые по **Вариантам 2 и 3**, соответствуют малосернистым электродным коксам, а по результатам микроструктурных испытаний могут быть отнесены и к игольчатым коксам. Работа по Варианту 2, с нашей точки зрения является более предпочтительной, особенно в первый период эксплуатации установки пока персонал накопит достаточного опыта, кроме того, получаемые коксы достаточно ординарны и известны алюминиевой промышленности РФ.

Блендинг дизеля представлен в **Таблице 8** с указанием количества прямогонного дизеля или нефтепродуктов, которые его замещают по **Приложению 5**. Стандарт качества по цетановому числу будет достигнут с использованием цетаноповышающих добавок.

Таблица 8

Блендинг дизельного топлива при переработке мазутов М 100 НПЗ "Норси"

Компоненты	т.т/год	%	До гидроочистки		После гидроочистки	
			Плотность, кг/м ³	Цетановый индекс	Плотность, кг/м ³	Цетановый индекс
Прямогонный дизель	20.00	26.63%	830.00	52.00	815.56	54.00
Дизельная фракция ТК	0.00	0.00%	880.00	38.00	864.69	47.00
Дизельная фракция	55.10	73.37%	855.00	35.00	840.12	45.00

УЗК						
Всего	75.10	100.00%	848.34	39.53	833.58	47.40
Стандарт, Класс 5					н/б 845	н/м 51

Внимание! На основании ГОСТ 26377 - 84 мы рекомендуем.

- «фракцию нк-85°С после щелочной очистки», сравнить по стандарту качества с «Фракцией петролейного эфира» (Нефрас П4-30/80) ОКП 02 5094 0200. ТУ 38. 101373-73.

- «фракцию 85-180°С гидроочищенную», сравнить по стандарту качества с «Растворитель для технических целей» (Нефрас С-50/170) ОКП 02 5113 0406. Гост 8505-80.

Возможно, что цена на Нефрасы окажется более комфортной для вас.

6. Объемы хранения сырья, полуфабрикатов, продукции

В **Таблице 8**, а также во всех последующих таблицах, которые связаны со временем работы установок, принимается рабочий пробег оборудования 330 дней, что позволяет иметь, как минимум пятидневный запас по производительности.

Парк хранения сырья **Тип А** и **Тип Б** предусматривается в непосредственной близости от эстакады слива с минимальным расстоянием перекачки продукта. Хранение сырья **Тип Б** совмещено с узлом блендирования для приготовления соответствующих рецептур при выпуске электродных марок кокса.

Хранение сырья **Тип А** (мазут), а также всех видов сырья **Тип Б** предполагается в вертикальных резервуарах со стационарной крышей без понтона (РВС), без ГО и УЛФ.

Хранения прямогонного дизеля, а также нефтепродуктов аналогичного фракционного состава с параметрами качества **Глава 5, Таблица 6** предполагается в резервуарах вертикальных со стационарной крышей без понтона (РВС) без Го и УЛФ.

Хранения товарного дизельного топлива, ЕВРО Сорт 3 Вид 4 предполагается в резервуарах вертикальных со стационарной крышей без понтона (РВС) без Го и УЛФ.

Хранения гидроочищенной фракции бензина 85 - 180°С предполагается в резервуарах вертикальных со стационарной крышей без понтона (РВС) с использованием ГО и УЛФ.

Хранение фракции нк-85°С предполагается в горизонтальных емкостях под азотной подушкой и небольшим избыточным давлением.

Хранение щелочи, аминов, ингибиторов, добавок для ДТ предусматривается в контейнерах в границах соответствующих установок.

Хранения нефтяного кокса, получаемого из сырья Тип А производиться на открытых бетонированных площадках с дренажом всех видов сточных вод в бассейн приема кокса и воды после резки. Площадка одновременно служит и площадкой отгрузки

кокса в автотранспорт, для исключения пыления при отгрузке в летнее время, используется водяное орошение, в зимнее время для исключения смерзания кокс смачивается тяжелым дизелем, например, собственным ТДК.

Хранения малосернистого нефтяного кокса (электродного) получаемого из сырья Тип Б по Варианту 2 производится на бетонированных площадках с дренажом всех видов сточных вод в бассейн приема кокса и воды после резки. Потребитель электродного кокса может высказать требование об исключении попадания атмосферных осадков. Площадка одновременно служит и площадкой отгрузки кокса в автотранспорт, для исключения пыления при отгрузке в летнее время, используется водяное орошение, в зимнее время для исключения смерзания кокс смачивается тяжелым дизелем, например, собственным ТДК.

Хранения малосернистого нефтяного кокса (электродного или игольчатого) получаемого из сырья Тип Б по Варианту 3 А производится на закрытых бетонированных площадках с дренажом всех видов сточных вод в бассейн приема кокса и воды после резки. Площадка одновременно служит и площадкой отгрузки кокса в автотранспорт, по требованию покупателя могут быть предъявлены особые требования по транспортировке и расфасовке.

Хранения серы, гранулированной или комовой, производится на открытых бетонированных площадках с дренажом всех видов вод в ХЗК. Площадка одновременно служит и площадкой отгрузки серы в автотранспорт, для исключения пыления при отгрузке в летнее время, используется водяное орошение. В случае выпуска гранулированной серы упаковка и хранение производится в биг-бэгах.

Таблица 9

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

Объемы хранения промежуточных продуктов, как правило, равны объему хранения основного сырья и готовой продукции, что учитывается на генеральном плане **Приложение 6**, но точный расчет типа и объемов хранения полуфабрикатов на данной стадии проектирования не производится.

Сроки хранения сырья и готовой продукции, 30 дней, условие, заданное Заказчиком, не значительные сокращения сроков приняты нами в редких случаях для сохранения типоразмеров резервуаров.

7. Расходы энергоресурсов, реагентов по процессам и заводу в целом.

Операционные затраты.

В **Таблицах 10,11,12** приведены расчеты операционных затрат на основе расходных норм по статьям: энергетика, реагенты, химикаты, катализаторы, а также зарплата и ремонты.

Расходы энергоресурсов в **Таблице 10** приведены для оптимальной нагрузки установок, т.е 85% от проектной мощности, при достижении мощности 100%, удельные расходы снижаются на 3-5% а при снижении нагрузки до 50%, увеличиваются на 12-17%.

Расходы реагентов и катализаторов в **Таблице 11** приведены для оптимальной нагрузки установок, т.е 85% от проектной мощности, разница в расходе реагентов при оптимальной нагрузке и минимальной может достигать 20-25%.

Принцип формирования расходных показателей заключался в следующем:

- расходные показатели по пару приведены с учетом котлов – утилизаторов, на установках, генерирующих тепло – УЗК, ГО, производство водорода

- расходы катализаторов гидроочистки и производства водорода указаны из расчета полной окупаемости в течении максимальной 3-х летней эксплуатации, что соответствует рекомендациям производителя, резервные количества в операционных затратах не учитываются, так как включены в капитальные затраты при первой покупке катализаторов

- зарплаты персонала в **Таблице 12** предоставлены Заказчиком и определялась только до уровня линейных руководителей, т.е. до уровня начальника цеха

- показана оптимальная численность технологического и линейного административного персонала, а также минимальная численность ремонтного персонала, которая необходима для проведения текущих ремонтов и ежедневного обслуживания оборудования, как механического, так электрического и КиП.

- цена ремонтов всех типов принята, как 3% от цены нового основного оборудования для аналогичных объектов в странах с близкими ценовыми условиями строительства и актуализированы на уровень 2015 г. Индексом СЕРСИ.

Расходные показатели и цена процессинга не учитывает энергоресурсы на:

- операторные, бытовые и хозяйственные помещения
- склады хранения, рампы отгрузки, операции по приему сырья, отгрузке продукции и складские перекачки
- общезаводское хозяйство, включая факельное хозяйство

Таблица 10

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

Таблица 11



Таблица 12



8. Состав ОЗХ завода при максимальном самообеспечении энергоресурсами.

Исходя из имеющегося опыта по эксплуатации производств на площадках «Ока-Полимер» (территория бывшего завода «Капролактам»), «Корунд», а также знание общей ситуации по заводу «Пластик» и промышленной зоне г. Дзержинска в целом, предлагаем следующую конфигурацию ОЗХ, которая обеспечит бесперебойную и безопасную эксплуатацию установки по переработке тяжелых нефтяных остатков.

Учитывая, что в нынешней ситуации площадка строительства не выбрана окончательно, состав ОЗХ, который показан в **Главе 2, Таблица 1**, будет показан на максимальное самообеспечение энергоресурсами:

- потребляемая мощность основных установок, **Таблице 10**, составляет 1.35 МВт, а с учетом электрической мощности ОЗХ 2.0-2.5МВт, что может быть обеспечено на любой из трех площадок, конечно с выделением собственных ячеек и сооружения кабельных эстакад. Оценку капитальных затрат по данной статье возможно выполнить только после выбора площадки и понимания схемы энергообеспечения

- узлы приема свежей промышленной воды, питьевой воды, природного газа, азота, воздуха, откачки производственных стоков, а для площадки «Корунд» и узел приема водяного пара среднего давления будут располагаться на территории завода, как можно ближе к периметру. Капитальные затраты по узлам учета показаны в **Главе 11**

- градирни оборотной воды, исходя из расходов **Таблица 10**, будут построены из трех модулей производительностью по 500 м³/час каждый. Капитальные затраты по градирням с учетом насосных показаны в **Главе 11**

- приготовление обессоленной воды в количествах до 20 м³/час (10 м³/час для резки кокса и 5-7 м³/час для приготовления деминерализованной воды) будет производиться на одной линии. Капитальные затраты для обессоленной воды показаны в **Главе 11**

- приготовление деминерализованной воды в количествах до 7м³/час для пополнения контура конденсата собственного производства пара от котлов утилизаторов установок УЗК, ГО и производства водорода будет производиться на одной линии. Капитальные затраты для деминерализованной воды показаны в **Главе 11**

Внимание! На всех площадках возможна частичная замена обессоленной и деминерализованной воды на конденсат водяного пара. Все уточнения по паро-конденсатным

и водным балансам могут быть выполнены после выбора площадки и понимания схемы обеспечения завода водяным паром и возврата конденсата

- пожарная вода может быть обеспечена на любой из трех площадок, сомнения по площадке «Ока - Полимер» связаны с очень большой протяженностью подводящих трасс. Оценку капитальных затрат по данной статье возможно выполнить только после выбора площадки и понимания схемы сетей пожарной воды.

Внимание! В случае, если завод будет работать по собственной схеме обеспечения паром, Конденсатное хозяйство завода будет выглядеть следующим образом:

- парогенераторы в составе УЗК, ГО и производство водорода обеспечивают производство пара при нормальной эксплуатации. Дефицит пара около 10 т/час компенсируется собственной котельной

- контур конденсата единый для всего завода с подпиткой деминерализованной водой собственного производства

- сбор парового конденсата от всех потребителей пара будет, производится, в одном из двух резервуаров объемом по 200-500 м³ каждый, загрязненный конденсат, а также воду продувки системы конденсата можно производить в водную систему резки кокса, но только в том случае если производится выпуск высокосернистого кокса

- станции обессоленной и деминерализованной воды располагаются в непосредственной близости или в помещении паровой котельной.

Из нашего опыта подобные котельные имеют срок окупаемости мене одного года, не требуют постоянного присутствия персонала, простые в эксплуатации.

9. Генеральный план площадки строительства «Ока - Полимер» или альтернативных площадок «Корунд», «Пластик».

Генеральный план, **Приложении 6**, в масштабе 1:1000 включает в себя:

- административное здание и лабораторию;
- механические мастерские текущего ремонта;
- операторную по управлению технологическими процессами;
- ж/д эстакаду слива-налива на 60 вагонов, для слива сырья **Тип А и Б** и прямогонного ДТ, налива товарных продуктов;
- автомобильную рампу налива бензина и дизеля на 8 автоцистерн;
- площадки хранения и отгрузки серы и кокса в автотранспорт;
- станции приготовления обессоленной и деминерализованной воды
- паровая котельная;
- хранение и перекачка конденсата водяного пара;
- установка производства водорода;

- установка замедленного коксования, фракционирования газов и ароматизации тяжелого дизеля;
- установка сероочистки газов;
- установка щелочной очистки легких бензиновых фракций
- парк хранения сырья Тип А, Б, узел блендирования сырья
- парк хранения прямогонных дизельных фракций;
- парк хранения товарного дизельного топлива;
- парки хранения полуфабрикатов (промежуточное хранение);
- ГРП и ТП;
- факельное хозяйство:
- парк хранения фракции нк-85°С после щелочной очистки;
- парк хранения гидроочищенной фракции 85-180°С.

Генеральный план выполнен на основе общего плана земельного участка предоставленного администрацией технопарка «Ока - Полимер». Все технологические установки и склады хранения, а также ramпы приема и отгрузки показаны в масштабе 1:1000, в площадь застроек установок включены и противопожарные разрывы. При расположении установок **не учитываются особенности существующих строений, подземных коммуникаций, а также иных инженерных сооружений, которые расположены ниже уровня земли.**

Генеральные планы альтернативных участков «Корунд», «Пластик» будут абсолютно идентичны по площадям застройки основных установок, возможные изменения в расположении зависит от геометрии площадки строительства и расположения подъездных автомобильных и ж/д путей.

10. График реализации проекта

В практике управления проектами существует несколько реперных точек, которые позволяют оценивать реалистичность планируемого. График на **Схеме 5** «привязан» к этапам базового проекта, соответственно все последующие этапы проекта опираются на «первую» базовую точку.

Схема 5.



11. Капитальные затраты на строительство

Расчет капитальных затрат выполнен на основании стандартной методики, принятой на стадии пред проектной проработки, в соответствии с ААСЕ практикой (Американская ассоциация стоимостного инжиниринга) с учетом индекса СЕРСІ, актуализированного на уровень 2015 г.

Затраты на покупку катализаторов для первого заполнения реакторов производства водорода и гидроочистки бензинов и дизелей приведены в **Таблице 13**.

Таблица 13

Затраты на катализаторы, химикаты и материалы для заполнения системы

Наименование	Количество, т		Цена за 1 т, евро	Итого
	Загрузка	Резерв		
Катализатор риформинга метана.				
Катализатор совместной гидроочистки бензина и дизеля для средней цены пакета				
Всего				

Расчет затрат на строительство складов хранения приведены в **Таблице 14**, все резервуары по хранению сырья должны выполняться с обогревом. Стоимость наружных змеевиков, обогреваемых водяным паром, а также изоляция учтена в цене для новых цилиндрических резервуаров.

Таблица 14

Затраты на строительство складов хранения сырья, основных полуфабрикатов и готовой продукции.

Наименование	Срок хранения, сут	Объем хранения, тыс.м3	Количество, объем и тип резервуаров, м3	CAPEX, Евро
СЫРЬЕ				
Мазут М 100				
Мазуты или гудроны малосернистые				
Остаток каталитического крекинга				
Экстракты очистки масел				
Тяжелая смола пиролиза				
Остаток термического крекинга или висбрекинга				
Прямогонная дизельная фракция не гидроочищенная				
ПРОДУКЦИЯ				
Дизельное топливо, ЕВРО Сорт С Вид 3				
Фракция 85 - 180°C гидроочищенная				
Фракция нк-85°C после щелочной очистки				

Капитальные затраты на строительство складов хранения сырья и готовой продукции, с нашей точки зрения, имеют значительный потенциал по оптимизации, а именно:

- срок хранения 30 дней, предложенный Заказчиком слишком пессимистичен

- после окончательного понимания сырьевой составляющей работы установки объемы хранения мазута М100 и малосернистых мазутов и гудронов будут оптимизированы

- стоимость материалов для изготовления резервуаров значительно варьирует, нам известны примеры, когда разница достигала 70-80%, аналогичная ситуация складывается и по цене монтажа, вариации могут достигать 30-40%.

Таким образом, с уверенностью можно сказать, что **снижение капитальных затрат по складам хранения, не менее чем в два раза**, находится в руках Заказчика.

В **Таблице 15** приведены затраты на строительство ОЗХ, в соответствии с комментариями по **Главам 2 и 8**.

Таблица 15

Оценка капитальных затрат по объектам ОЗХ при максимальном самообеспечении

Объекты ОЗХ	Потребление	CAPEX, евро
Электростанции. Годовое потребление электроэнергии.		
Узел учета природного газа		
Узел учета промышленной воды		
Узел учета хозяйственно-питьевой воды		
Узел учета водяного пара, при потреблении с ТЭЦ		
Узел ввода пожарной воды с учетом насосов повысителей давления	Расчет выполняется специализированной организацией	
Узел учета промышленных стоков		
Узел учета азота, воздуха, воздуха КиП		
Градирни охлаждающей воды, включая насосную		
Станция приготовления обессоленной воды		
Станция приготовления деминерализованной воды		
Паровая котельная, 15 бар		
Факельное хозяйство	Расчет выполняется специализированной организацией	
ИТОГО		
* Электрическая мощность и потребление газа указаны для зимнего периода		
** Пиковое потребление не более 3 - 5 часов в сутки только в период остановок		

Капитальные затраты на ОЗХ во многом зависят от выбора площадки, что и было показано в **Таблице 1**, а также от полноты проведения тендера. Цены, указанные в **Таблице 15** соответствуют ценам Восточной Европы, как правило, в РФ покупка у тех же производителей обходится дороже, но нам известны примеры, когда Российские заводы производят очень качественное и надежное оборудование по ценам в 1,5-2 раза дешевле указанных.

В **Таблице 16** приведены капитальные затраты по технологическим установкам завода со следующими допущениями:

- расчет строительства производства водорода выполнен по классической схеме, как и было предусмотрено в переданной документации для аналогичной установки ис-

пользуемой в качестве реплики. В случае использования установки PSA капитальные затраты возрастут на ////////////////, т.е. на стоимость этого блока

- расчет капитальных затрат на установку замедленного коксования представлен для сырья с содержанием серы до 1.0-1.2% масс, при использовании сырья с содержанием серы более 2.0-2.5% масс, капитальные затраты возрастут на ////////////////, т.е. на стоимость использования материалов пригодных для работы с сернистым сырьем.

Таблица 16

Капитальные затраты на технологические установки проекта "Maximilian"

Наименование статей затрат	ГО	УЗК	Merox	Sulferox	Водород
Основное оборудование в границах установки, без ОЗХ					
Монтаж основного оборудования					
Системы управления, инструменты и КиП (материалы и монтаж)					
Трубопроводы (материалы и монтаж)					
Электрические системы (материалы и монтаж)					
Здания (включая надзор)					
Благоустройство, дороги, площадки					
Итого основные расходы					
Строительные сооружения, конструкции, эстакады					
Инжиниринг (базовый, детальный, генеральный)					
Управление строительством и юридические услуги					
Не предвиденные расходы					
Итого косвенные расходы					
Всего: основные и косвенные					

Безусловными статьями экономии затрат являются:

- косвенные расходы, если управление ведется Заказчиком самостоятельно, то строка «управление строительством» может быть сокращена в 4-5 раз
- основные расходы, если закупки выполняются Заказчиком самостоятельно, то все строки, которые включают «материалы» могут быть сокращены на 10 -15%

В **Таблице 17** мы обобщили данные **Таблиц 13,14,15,16**, выделив два столбца, первый фактические данных таблиц и второй столбец с учетом замечаний по оптимизации

Таблица 17

Сводная таблица капитальных затрат по проекту "Maximilian"

Статьи затрат	Данные таблиц 13,14,15,16	Альтернатива
Затраты на катализаторы, химикаты и материалы для заполнения системы		
Затраты на строительство складов хранения сырья, основных полуфабрикатов и готовой продукции.		
Затраты на строительство ОЗХ при максимальном самообеспечении		
Затраты на строительство основных технологических		

установок

ИТОГО

12. Экономическая эффективность завода

В **Таблицах 18,19,20** показан упрощенный расчет экономической эффективности работы завода при работе по **Вариантам 1,2,3**. Цены на сырье и продукцию установлены по данным Заказчика. Во всех таблицах не учитывается потенциал по избыточной мощности производства водорода с его реализацией потребителям

Таблица 18. Переработка мазута М 100 НПЗ «НОРСИ». **Вариант 1.**

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

Таблица 19. Переработка малосернистых мазутов и крекинг – остатков. **Вариант 2.**

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

Таблица 20. Переработка крекинг – остатков, смолы пиролиза, остатков производства масел. **Вариант 2.**

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

Анализируя данные **Таблиц 18,19,20** и априори предполагая, что данные по цене сырья и продукции, предназначенные Заказчиком, являются проверенными и соответствуют реальности, подведем итоги:

- организация выпуска электродных коксов с игольчатой структурой и содержанием серы до 0.8% масс., которые на 100% импортируются в РФ, фактически не окупаемы

Таблица 20

- максимальные капитальные затраты при минимальном сроке окупаемости, **Таблица 18**, соответствует переработке мазутов М100 «Норси», но мы еще раз поговорим, то что уже было сказано в **Главе 1**, что до 2018 года рынок высокосернистых коксов будет профицитным

- наиболее оптимальным производством мы считаем выпуск электродных коксов с содержанием серы до 1.25% масс., **Таблица 19** что определяется рыночными предпосылками, которые достаточно детально были показаны в **Главе 1**

В **Таблице 21**, опционально, мы предлагаем к рассмотрению расчет экономической эффективности переработки малосернистых мазутов, окупаемость которых практически в два раза выше оценки по вариантам **Таблиц 18 и 19**, а также обращаем внимание, что для расчета была принята минимальная цена коксов, т.е. получая коксы с серой 1,7% масс, мы оценили их также, как и коксы с серой 4.5% масс., то есть принимая заведомо пессимистичную цену, мы получили крайне оптимистичный срок окупаемости.

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

Внимание! Все базовое проектирование, которое выполняется в настоящий момент или планируется применимо к переработке малосернистых мазутов, **Таблица 21.** Технологические переходы к выпуску кокса с содержанием серы до 1.2% масс., **Таблица 19,** не составят большого труда и являются обычной операцией.