

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт нефти и газа

институт

Химическая технология природных энергоносителей и углеродных
материалов

кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

В.П. Твердохлебов

подпись инициалы, фамилия

«22» июня 20 16 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

18.03.01 Химическая технология

код – наименование направления

Проект установки изомеризации производительностью 200 тыс. тонн в год

тема

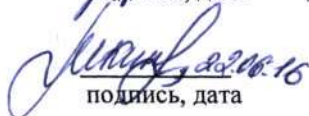
Руководитель


подпись, дата

доцент, кан. хим. наук
должность, ученая степень

Ф.А. Бурюкин
инициалы, фамилия

Выпускник


подпись, дата

М.А. Кинзуль
инициалы, фамилия

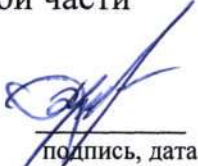
Консультант

по технологической части


подпись, дата

Р.А. Ваганов
инициалы, фамилия

Нормоконтролёр


подпись, дата

доцент, кан. хим. наук
должность, ученая степень

Ф.А. Бурюкин
инициалы, фамилия

Красноярск 2016

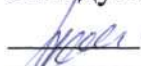
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт нефти и газа

Базовая кафедра химии и технологии природных энергоносителей и
углеродных материалов

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

 В. П. Твердохлебов

подпись

« 10 » мая 2016 г.

ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Студенту Кинзуль Марии Александровне

Группа НБ 12-08 Направление (специальность) 18.03.01 Химическая технология

Тема выпускной квалификационной работы: расчёт установки изомеризации производительностью 200 тыс. тонн в год

Утверждена приказом по университету № 6141/с от 10.05.2016

Руководитель ВКР Ф.А. Бурюкин, доцент, кандидат химических наук

Исходные данные для ВКР: характеристика Кулешевской нефти, производительность установки изомеризации 200 тыс. тонн в год

Перечень разделов ВКР: Реферат. Содержание. Введение. Технико-экономические обоснования. Технологические решения. Строительные решения. Генеральный план и транспорт. Безопасность и экологичность проекта. Заключение. Список сокращений. Список использованных источников

Перечень графического материала: Генеральный план. Технологическая схема установки изомеризации. Реактор каталитической изомеризации. Постамент под реактор.

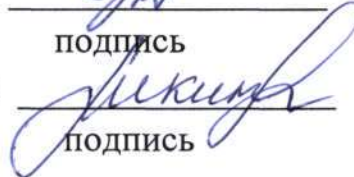
Руководитель ВКР



Ф. А. Бурюкин

подпись

Задание принял к исполнению



М.А. Кинзуль

подпись

«10» мая 2016 г.

РЕФЕРАТ

Данная бакалаврская работа установки каталитической изомеризации содержит разделы: введение; технико-экономическое обоснование; технологические решения; характеристика установок по переработки нефти; материальный баланс по топливному варианту с глубокой переработкой нефти; аналитический обзор; описание технологической схемы; технико-технологические расчеты; строительная часть проекта; генеральный план и транспорт; заключение; список сокращений; список используемой литературы.

НЕФТЬ, ПЕРЕРАБОТКА, СЫРЬЁ, МАТЕРИАЛЬНЫЙ БАЛАНС, ИЗОМЕРИЗАЦИЯ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА, ДЕИЗОГЕКСАНОВАЯ КОЛОННА, РЕАКТОР, ИЗОМЕРИЗАТ.

Раздел «Аналитический обзор» включает в себя: теоретические основы процесса изомеризации.

Раздел «Строительная часть проекта» и «Генеральный план и транспорт» иллюстрирует размещение оборудования и генерального плана установки и завода в целом.

В разделе «Безопасность и экологичность проекта» рассмотрены вопросы: опасные и вредные производственные факторы, характеристика опасности проектируемой установки.

Объём пояснительной записки 79 страниц.

Вся сводная информация сведена в таблицы. Количество таблиц 21.

Количество рисунков 2.

При разработке проекта использовано 14 источников литературы.

Графические листы содержат: технологическую схему установки изомеризации, 1 лист; реактор изомеризации, 1 лист; генеральный план НПЗ, 1 лист; чертеж постаментов под реактор, 1 лист.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
1 Технико-экономическое обоснование	6
2 Технологические решения	6
2.1 Выбор варианта и технологической схемы переработки нефти	6
2.2 Характеристика исходной нефти	9
3 Характеристика установок по переработке нефти	12
3.1 Установка электрообессоливания и обезвоживания	12
3.2 Установка атмосферно-вакуумной перегонки нефти	13
3.3 Установка каталитического риформинга	15
3.4 Установка гидроочистки	16
3.5 Установка адсорбционной депарафинизации	16
3.6 Установка газофракционирования предельных газов	17
3.7 Установка производства битумов	18
3.8 Установка коксования	19
3.9 Установка деасфальтизации гудрона	20
3.10 Установка гидрокрекинга остатка	20
3.11 Установка производства водорода	21
3.12 Установка производства серы	21
4 Материальный баланс предприятия по топливному варианту	21
5 Аналитический обзор	26
5.1 Теоретические основы процесса каталитической изомеризации	26
5.2 Побочные реакции изомеризации	28
5.3 Катализаторы процесса	29
5.4 Влияние основных факторов процесса на выход и качество продуктов ..	31
5.4.1 Влияние температуры	31
5.4.2 Влияние давления	33
5.4.3 Влияние объёмной скорости подачи сырья	33
5.4.4 Мольное соотношение «Водород/углеводороды»	34
5.4.5 Промотор катализатора	34
5.4.6 Кратность циркуляции водородсодержащего газа	35
5.4.7 Качество сырья	35
6 Описание технологической схемы	37
6.1 Аппараты осушки жидкого сырья	37
6.2 Аппараты осушки свежего водородсодержащего газа	38
6.3 Уравнительная сырьевая ёмкость	38
6.4 Блок теплообменников реактора	39
6.5 Реакторы изомеризации	39
6.6 Блок сепаратора продуктов и компрессоров	40
6.7 Колонна стабилизации	41
6.8 Скруббер щелочной промывки газа колонны стабилизации	41
6.9 Колонна отгонки изогексана	42

7	Технико-технологические расчёты	44
7.1	Расчёт реакторного блока установки изомеризации	44
7.1.1	Тепловой баланс реактора	44
7.1.2	Основные размеры реактора	51
7.2	Расчёт колонны деизогексанизации	52
7.2.1	Материальный баланс установки	52
7.2.2	Свойства сырья и продуктов	53
7.2.3	Определение диаметра колонны	53
7.2.4	Определение высоты колонны	55
7.2.5	Тепловой расчёт колонны	58
7.3	Расчёт теплообменника	59
8	Строительная часть проекта	62
8.1	Выбор района строительства	62
8.2	Объёмно-планировочные решения	62
8.3	Конструктивные элементы	63
8.4	Размещение основного оборудования	65
9	Генеральный план и транспорт	65
9.1	Характеристика района	65
9.2	Размещение установки на генеральном плане	66
9.3	Присоединение установки к инженерным сетям	67
9.4	Вертикальная планировка и водород с площадки	68
9.5	Транспорт	68
9.6	Благоустройство и озеленение промышленной площадки	69
10	Безопасность и экологичность проекта	69
10.1	Характеристика опасных и вредных производственных факторов	69
10.2	Индивидуальные средства защиты работающих	70
10.3	Общая характеристика опасности проектируемого производства	70
10.4	Пожарная безопасность	71
10.5	Утилизация отходов, защита почвы от загрязнения	72
10.6	Охрана естественных водоёмов	72
10.7	Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	73
	Заключение	76
	Список сокращений	77
	Список используемых источников	78

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в Российской Федерации действуют около 36 НПЗ и 200 мини-НПЗ, большинство этих предприятий были построены еще в советское время (70 % установок на НПЗ РФ введены в эксплуатацию более 30 лет назад, и не более 15 % – эксплуатируются менее 10 лет). Выводом из этого является то, что отечественные предприятия устарели и выпускают нефтепродукты низкого качества (средняя глубина нефтепереработки по РФ составляет 72%). Основными целями развития нефтеперерабатывающей промышленности являются реконструкция и модернизация НПЗ, увеличение процента переработки нефти и повышение качества выпускаемых нефтепродуктов.

Требования существенного снижения содержания ароматических углеводородов в бензинах заставляют нефтеперерабатывающие заводы подыскивать новые возможности по введению высокооктановых компонентов в бензин. Одним из таких способов является процесс изомеризации парафиновых углеводородов.

Изомеризация бензиновых фракций позволяет уменьшить содержания ароматических углеводородов при сохранении высокого октанового числа. Установка изомеризации позволяет извлекать из состава бензинов низкооктановые легкие фракции, производя изомеризат, который, в свою очередь, позволяет увеличить выход автомобильных бензинов из перерабатываемой нефти с повышенным октановым числом, с одновременным уменьшением содержания ароматических углеводородов, бензола и олефинов.

Преимущества изомеризация бензиновых фракций. Относительная дешевизна по сравнению с другими технологиями. Смешивание изомеризата с другими компонентами товарных бензинов дает возможность понижать содержание в них вредных веществ до уровня соответствия требованиям тех. регламента к классу Евро-3 и Евро-4.

При использовании установки каталитической изомеризации на НПЗ позволит увеличить октановое число бензинов на 0,7-1,5 пунктов. Целью данного дипломного проекта является расчет установки изомеризации на стационарном слое катализатора.

1 Технико-экономическое обоснование

Нефтеперерабатывающий завод, в который входит проектируемая установка, является предприятием топливного направления с глубокой переработкой нефти, перерабатывающий Кулешовскую нефть. Нефть отличается малой плотностью, малым содержанием силикагелевых смол, асфальтенов, серы и азота. Установка каталитической изомеризации относится к установкам, на которых происходят вторичные процессы переработки нефти. Мощность установки по продукту 200 тыс. тонн/год. Установка каталитической изомеризации позволит увеличить производство высокооктановых бензинов.

В настоящее время большое внимание уделяется проблемам экологии. Это оказывает влияние на характеристики выпускаемой продукции, в частности на марки бензинов.

Требования к автомобильным бензинам в США и Западной Европе значительно жестче, чем в России.

Ужесточение за последние годы экологических требований к качеству товарных автомобильных бензинов и дизельному топливу обусловило прогрессивные изменения их компонентного и углеводородного составов, а также норм на отдельные показатели качества.

Для достижения требований мировых стандартов по антидетонационным свойствам и экологическим характеристикам, а также для обеспечения конкурентоспособности российских автомобильных бензинов на мировых рынках необходимо, прежде всего, существенно снизить содержание ароматических углеводородов, повысить октановые характеристики. Каталитическая изомеризация является основным процессом для получения высокооктановых компонентов автомобильных бензинов России.

Резюмируя выше сказанное, можно сделать вывод о том, что данный проект является эффективным как с технической точки зрения, так и с экономической.

2 Технологические решения

2.1 Выбор варианта и технологической схемы переработки нефти

Технологическая схема нефтеперерабатывающего завода определяется потребностью в нефтепродуктах того или иного ассортимента, качеством перерабатываемого сырья, состоянием разработки тех или иных технологических процессов. Решающим фактором является потребность в нефтепродуктах.

Качество сырья не имеет такого решающего значения, как это было ранее, поскольку разработаны процессы, позволяющие получать основные сорта нефтепродуктов, в том числе и высокого качества, практически из любой нефти. Однако для производства таких продуктов, как битумы, нефтяной кокс, отдельные сорта смазочных масел требуются специальные виды сырья.

На данный момент следует учитывать также и состояние экономики в стране в целом и в конкретном регионе в частности.

Эти факторы являются основополагающими при проектировании схемы НПЗ.

Существует несколько вариантов технологических схем переработки нефти. В общем виде эти схемы могут быть сведены к трем – четырем основным типам:

- топливная с неглубокой переработкой нефти;
- топливная с глубокой переработкой нефти;
- топливно-масляная;
- топливно-нефтехимическая.

Цель данной бакалаврской работы – разработать технологическую схему изомеризации нормальных парафинов специализированного на производстве высокооктановых компонентов, в частности изопентана. Для достижения этой цели, мной предлагается перерабатывать нефть, по схеме: «Топливная с глубокой переработкой нефти». Материальный баланс рассчитан на основании данных, взятых из справочной литературы [8].

Схема нефтеперерабатывающего завода определяется потребностью в нефтепродуктах определенного ассортимента, качеством перерабатываемой нефти, состоянием разработки технологических процессов. Решающим фактором является потребность в нефтепродуктах того района, где находится предприятие. Кроме того, балансом производства и потребления нефтепродуктов предусматривается их перевозка с минимумом затрат. На рисунке 1 представлена поточная схема.

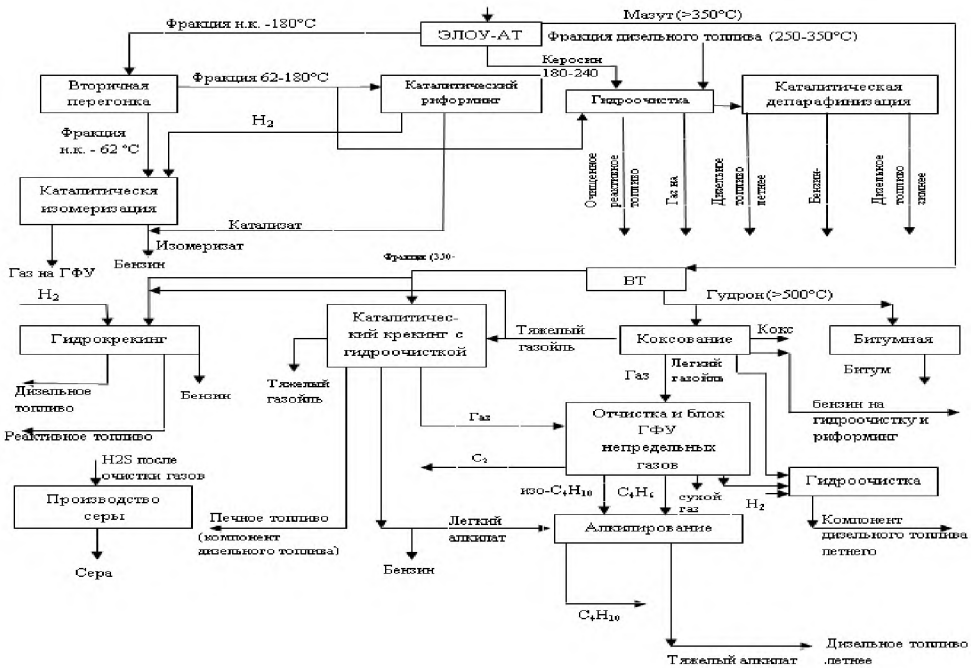


Рисунок 1 – Поточная схема завода с глубокой переработкой сернистой нефти по топливному варианту

В таблице 2.1 приведена связь между типом НПЗ и эффективной переработкой нефти.

Таблица 2.1 – Связь между типом НПЗ и эффективной переработкой нефти

Показатель	Тип НПЗ		
	с неглубокой переработкой	с углубленной переработкой	с глубокой переработкой
Тип остатка	мазут	гудрон	Нет
Выход остатка на нефть, %	40-55%	20-30%	0-10%
Глубина переработки	45-60	70-80	> 90
Эффективность использования нефти	2	3	4-5

По характеристикам Кулешевской нефти можно сделать вывод, что для ее переработки подходит НПЗ топливного профиля. Поэтому в данном случае выбрана схема завода топливного типа с глубокой переработкой нефти.

Нефтеперерабатывающий завод с глубокой переработкой нефти имеет в своём составе блоки первичной и вторичной переработки.

Первичная переработка нефти – это её дистилляция, при которой происходит разделение нефти на отдельные фракции без изменения природного состава. Установки первичной переработки нефти составляют основу всех НПЗ, от работы этих установок зависят качество и выходы получаемых компонентов топлив и сырья для вторичных процессов переработки нефти.

Первичная переработка нефти осуществляется на атмосферно-трубчатой (АТ) или атмосферно-вакуумной трубчатой (АВТ) установках, в состав которых входит несколько блоков:

- блок обессоливания и обезвоживания нефти (ЭЛОУ);
- блок атмосферной и вакуумной перегонки (АТ и АВТ);
- блок стабилизации бензина;
- блок вторичной перегонки бензина на узкие фракции;
- блок защелачивания бензина и дизельного топлива.

Назначение первого блока – глубокое обезвоживание и обессоливание нефти до остаточного содержания солей не более 5 мг/л. Для этого используют электротермохимический метод. После блока ЭЛОУ нефть поступает на атмосферную ректификацию, где получают бензиновую, керосиновую, дизельную фракции и мазут.

Целью вторичных процессов является увеличение количества производимых моторных топлив. В основу вторичной переработки входят химические процессы, позволяющие максимально использовать энергетический и химический потенциал углеводородного сырья. Химические процессы позволяют максимально полно получать необходимые целевые продукты и подразделяются на термические, термокаталитические и гидрогенизационные процессы.

Термические процессы протекают при повышенных температурах. Среди них различают:

- процессы термической деструкции, ориентированные на получение моторных топлив, непредельных газообразных углеводородов, сажи;
- окисление углеводородов нефти с получением соединений, являющихся промежуточными продуктами органического синтеза, растворителями, мономерами и сходными веществами для производства полимерных материалов, пластификаторов и т.д.

К процессам термической деструкции в нефтеперерабатывающей промышленности относят термический крекинг, пиролиз и коксование. Подвергать термической обработке можно не только топливные фракции, но и углеводороды, выкипающие при более высоких температурах, например, газойли или мазуты. Это позволяет вовлекать в переработку нефти различного углеводородного состава и получать топливо лучшего качества.

Термокаталитические процессы, как правило, проводят при достаточно высоких температурах в присутствии катализаторов. Так производят моторное топливо, обладающее октановым числом более высоким, чем топливо термических процессов. Так же получают ароматические углеводороды и газы, богатые водородом и углеводородами C_3-C_4 , как предельного, так и непредельного характера.

Суть термокаталитических процессов состоит в облагораживании исходных топлив, т.е. в получении высокооктановых бензинов с лучшими качественными характеристиками, и сырья для нефтехимии. К таким процессам в нефтепереработке относят каталитический крекинг, каталитический риформинг, алкилирование и изомеризацию углеводородов нефтяных фракций.

Гидрогенизационные процессы проводят под давлением водорода. Служат они для удаления из углеводородных фракций гетероатомных соединений и соединений непредельного характера.

К гидрогенизационным процессам принято относить процессы, в которых значительную часть занимают реакции взаимодействия молекул с молекулярным водородом. К таким процессам относятся гидроочистка и гидрокрекинг. Введение водорода в реакционную зону позволяет повысить выход топливных фракций и дает возможность перерабатывать практически любое сырье и уменьшает закоксованность используемого катализатора.

2.2 Характеристика исходной нефти

Сырьём для данного нефтеперерабатывающего завода является нефть Кулешевского месторождения. Для выбора варианта и схемы переработки нефти приводится ее характеристика. Характеристика нефти приводится в виде таблиц. В характеристике нефти приводятся: физико-химические свойства, характеристика фракций, выкипающих до 200 °С, их групповой углеводородный состав, характеристика легких керосиновых дистиллятов, характеристика дизельных топлив и компонентов, свойств, определяющих шифр нефти и состав по истинным температурам кипения (ИТК).

В таблице 2.2 приведена физико-химическая характеристика

Кулешевской нефти (А₄).

Таблица 2.2 - Физико-химическая характеристика Кулешевской нефти (А₄)

Наименование показателей	Значение	Наименование показателей	Значение
ρ при 20 ⁰ С, кг/м ³	0,8011	Кислотное число, мг КОН на 1 кг. нефти	0,03
Кинематическая вязкость, мм ² /с: при 20 ⁰ С при 50 ⁰ С	3,18 2,06	Коксуемость, % Зольность, %	1,5 0,029
t застывания: (с термообработкой), ⁰ С (без термообработки), ⁰ С	-14 -	t вспышки в закрытом тигле, ⁰ С	-
Содержание, % масс. -общей серы -азота -сернокислотных смол -силикагелевых смол -асфальтенов -парафина	0,45 0,05 11 3,64 1,04 2,9	Выход фракций, в % весовых: До 200 ⁰ С До 350 ⁰ С	36,8 63,0

В таблице 2.3 приведена характеристика фракций, выкипающих до 200⁰С.

Таблица 2.3 - Характеристика фракций, выкипающих до 200⁰С

Температура отбора, °С	28-120	28-150	28-180	28-200
Выход на нефть, %	16,7	24,2	32,0	36,8
ρ ₄₂₀	0,6820	0,7050	0,7222	0,7290
Фракционный состав, °С	н.к.	34	43	45
	10%	52	60	71
	50%	80	100	115
	90%	107	140	160
Содержание серы, % масс.	0,140	0,170	0,190	0,210

В таблице 2.4 приведена характеристика керосиновых дистиллятов.

Таблица 2.4 - Характеристика легких керосиновых дистиллятов

Температура отбора, °С		130-220
Выход на нефть, %		21,5
ρ ₄₂₀		0,7765
Фракционный состав, °С	н.к.	148
	10%	155
	50%	173
	90%	200
	98%	215
t, °С	начала кристаллизации	-59
	вспышки в закрытом тигле	36
Содержание серы, % масс.		0,204

В таблице 2.5 приведена характеристика дизельных топлив и компонентов.

Таблица 2.5 - Характеристика дизельных топлив и компонентов

Температура отбора, °С		180-350	180-370	200-370	220-350
Выход на нефть, %		31,0	34,0	29,2	22,4
Цетановое число		–	56	57	57
ρ420		0,8212	0,8251	0,8312	0,8330
Вязкость ν20 мм2/с		3,89	4,39	5,34	5,58
Фракционный состав, °С	10%	–	217	234	253
	50%	–	262	270	275
	90%	–	330	330	318
t, °С	застывания	<-19	-15	-10	-4
	помутнения	–	-5	-4	-8
	вспышки	83	84	98	110
Содержание серы, % масс		–	0,53	0,57	0,59
Плотность, мг КОН на 100 мл дистиллята		–	–	–	–

В таблице 2.6 приведена характеристика остатка нефти.

Таблица 2.6 - Характеристика остатка нефти

Остаток после отбора фракции до t, °С		> 360	> 420
Выход на нефть, %		37,8	24,5
ρ420		0,9262	0,9471
ВУ при 80 °С		8,20	–
ВУ при 100 °С		4,00	–
t, °С	застывания	27	35
	вспышки	220	–
Содержание серы, % масс.		1,48	1,76

В таблице 2.7 приведены свойства, определяющие шифр Кулешевской нефти (А₄).

Таблица 2.7 - Свойства, определяющие шифр Кулешевской нефти (А₄)

Наименование		Значение
Содержание серы в нефти, % масс.		0,45
Класс нефти		I
Тип нефти		T ₁
Суммарное содержание базовых масел, % масс.	на нефть	–
	на мазут	–
Группа нефти		–
Индекс вязкости масел		–
Подгруппа нефти		–
Содержание парафина в нефти, % масс.		2,9
Вид нефти		–
Шифр нефти		IT ₁

В таблице 2.8 приведён состав Кулешевской нефти (А₄) по ИТК.

Таблица 2.8 - Состав Кулешевской нефти (А₄) по ИТК

Т кипения фракций, °С	Выход фракций, % масс.	
	отдельной фракции	суммарный
До 28 (газ до С ₄)	2,6	2,6
28-50	2,3	4,9
50-67	2,4	7,3
67-80	2,5	9,8
80-94	2,6	12,4
94-103	2,6	15,0
103-114	2,7	17,7
114-124	2,7	20,4
124-136	2,7	23,1
136-145	2,8	25,9
145-157	2,8	28,7
157-169	2,9	31,6
169-180	2,9	34,5
180-191	2,9	37,4
191-204	2,9	40,3
204-224	2,9	43,2
224-240	3,5	46,7
240-260	3,0	49,7
260-277	3,0	52,7
277-295	3,0	55,7
295-315	3,0	58,7
315-326	3,1	61,8
326-349	3,1	64,9
349-366	3,2	68,1
остаток	31,9	100,0

3 Характеристика установок по переработке нефти

3.1 Установка обессоливания и обезвоживания нефти

Содержащаяся в нефти вода с растворёнными в ней солями является балластом для дальнейшей переработки нефти. Поэтому необходима предварительная подготовка нефти к её переработке. В настоящее время она проводится в два этапа: на промысле и непосредственно на нефтеперерабатывающем предприятии. Глубокое обессоливание нефти обеспечивает:

- снижение коррозии и уменьшение отложений в аппаратуре;
- увеличение межремонтных пробегов установок;
- улучшение качества сырья для каталитических процессов, а также товарных продуктов – топлив, битума и кокса.

На НПЗ в результате подготовки нефти содержание в ней воды снижается до 0,1 % масс., а содержание солей до 3-5 мг/л. После ЭЛОУ в нефти также снижается содержание никеля и ванадия в 1-5-3 раза.

В блоке электрообессоливания можно выделить четыре зоны обессоливания. В первой зоне нефть смешивается со свежей водой и деэмульгатором. В качестве промывной воды используется речная вода или технологические конденсаты. Содержание солей в промывной воде не должно быть более 300 мг/л. Вода для промывания предварительно подогревается до

температуры 65-70 °С. Во второй зоне происходит отстой наиболее крупных капель вновь образовавшейся эмульсии, а в третьей зоне под действием электрического поля интенсифицируются столкновение и слияние мелких капель. Укрупнённые капли опускаются в третью зону. В четвёртой зоне происходит дополнительный отстой капель, выделенных из второй зоны поднимающимся потоком нефти.

Деэмульгаторы (преимущественно неионогенные) вытесняют нефть из поверхностного слоя без структурно-механической прочности. На ЭЛОУ применяют деэмульгаторы как водорастворимые, так и нефтерастворимые. Последние предпочтительнее, так как они в меньшей степени вымываются водой и не загрязняют сточные воды.

Основными параметрами, расчёт и оптимизация которых требуется при проектировании ЭЛОУ, являются:

- температура;
- давление;
- тип и расход деэмульгатора;
- число ступеней электрообессоливания;
- расход промывной воды и её распределение между ступенями;
- конструкция и размер электродегидратора.

Повышение температуры до определенного предела способствует интенсификации всей стадии процесса, при этом происходит: дестабилизация эмульсий, в результате растворимости природных эмульгаторов в нефти и расплавления бронирующих кристаллов парафинов и асфальтенов; возрастает скорость осаждения капель за счёт уменьшения плотности вязкости нефтяной фазы. Обычно при выборе температуры процесса достигают значения вязкости нефти 2-4 сСт. Для большинства перерабатываемых нефтей температура может быть от 120 до 180 °С.

В среднем давление в электродегидраторах составляет 1,8 Мпа для обеспечения разделяемой нефти в жидком состоянии, а также для уменьшения взрыво-пожаро опасности.

Блок ЭЛОУ имеет повышенную опасность в работе, поэтому предусмотрены дополнительные меры предосторожности:

- верхние площадки для обслуживания ограждены;
- лестницы, ведущие к площадкам, оборудованы устройствами для блокировки и отключения напряжения при открытии дверцы, также это предусмотрено на случай чрезмерного повышения уровня воды в аппарате.

3.2 Установка атмосферно-вакуумной перегонки нефти

Установка предназначена для получения из нефти дистиллятов бензина, керосина, дизельного топлива, трёх масляных фракций разной вязкости и гудрона. Кроме этих продуктов на установке получают сухой и жирный газ, сжиженный газ (рефлюкс), легкий вакуумный газойль. Современные установки большой мощности состоят из следующих блоков:

- предварительного нагрева нефти в теплообменниках;
- электрообессоливания и обезвоживания нефти (блок ЭЛОУ);
- последующего нагрева в теплообменниках;
- отбензинивания нефти (колонна повышенного давления с нагревательной печью);
- атмосферная колонна (с нагревательной печью и отпарными колоннами);
- фракционирование мазута под вакуумом (с нагревательной печью, отпарными колоннами и системой создания вакуума);
- стабилизации и вторичной перегонки бензина на узкие фракции.

Исходная нефть несколькими параллельными потоками проходит через группу теплообменников, где она нагревается до температуры 100-130 °С. После теплообменников для усреднения температуры потоки нефти смешиваются в общем коллекторе. Далее нефть снова четырьмя параллельными потоками направляется в две ступени электродегидраторов (блок ЭЛОУ). На выходе из блока ЭЛОУ нефть направляется в теплообменники.

Нагретая до 200-250 °С нефть поступает в отбензинивающую колонну. Из этой колонны сверху уходят газы, пары воды и лёгкой бензиновой фракции (с концом кипения 120-160 °С). В сепараторе от сконденсированной легкой бензиновой фракции отделяются газ и вода. Газ направляется в секцию очистки сточных вод.

Циркулирующая часть бензина (орошение) возвращается в колонну, а остальное его количество отводится из этого блока и передаётся в блок стабилизации бензина в колонну-стабилизатор. Для поддержания температуры низа колонны частично отбензиненная нефть проходит змеевики печи и, нагретая до температуры 350-370 °С, возвращается в нижнюю часть колонны. Балансовое количество отбензиненной нефти проходит через змеевики печи и с температурой 370-380 °С подаётся в атмосферную колонну.

Из атмосферной колонны сверху отводятся пары тяжёлого бензина и воды, а также газы разложения, образовавшиеся при нагреве нефти в печи. Полученная газожидкостная смесь разделяется в сепараторе, с верха которого уходит газ (в топливную систему), а с низа – водяной конденсат (в систему очистки воды). Конденсат тяжёлой бензиновой фракции отводится и вместе с фракцией лёгкого бензина подаётся на стабилизацию. Для увеличения отбора дизельного топлива в низ колонны подаётся перегретый (400 °С) водяной пар.

Атмосферная колонна имеет два циркуляционных орошения.

С низа атмосферной колонны насосом откачивается мазут, который нагревается в змеевике вакуум-печи и подаётся в вакуумную колонну. Для орошения верха колонны используется верхнее циркуляционное орошение: первая масляная фракция с третьей верхней тарелки вакуумной колонны.

Балансовое количество первой масляной фракции отводится с установки.

Неконденсирующиеся вверху вакуумной колонны компоненты, представляющие смесь лёгких фракций, газов разложения, паров воды и

воздуха (засасывается через неплотности), выводятся из колонны, охлаждаются, после чего газовая смесь поступает в систему создания вакуума. Гудрон с низа колонны после охлаждения откачивается с установки.

Нестабильные бензины из сепараторов двумя параллельными потоками поступают в колонну. Питание колонны осуществляется двумя потоками бензинов в различные секции. В колонне из бензиновой фракции удаляются растворённые газы, которые выводятся сверху, охлаждаются и поступают в сепаратор. В сепараторе жирный газ отделяется от сконденсированных лёгких углеводородов, сжиженного газа (рефлюкса). Циркулирующая часть сжиженного газа нагнетается насосом на верх колонны в качестве орошения, а балансовое количество отводится на установку газофракционирования, куда также направляют и жирный газ. Подвод тепла в низ стабилизационной колонны осуществляется циркуляцией стабильного бензина через змеевик печи.

Стабильный бензин отбирается с низа колонны и передается в блок вторичного фракционирования. С верха отводится фракция н.к. – 85 °С, которая направляется в колонну в качестве парового питания. Циркулирующая часть фракции н.к. – 85 °С после охлаждения подаётся на орошение колонны. С низа колонны фракция 85 – 120 °С (или 85 – 180 °С) отводится с установки через теплообменники. С верха колонны отводится фракция н.к. – 62 °С, которая поступает в холодильники, откуда циркулирующая часть подаётся на орошение колонны, а балансовое количество отводится с установки. Тепло в низ колонны подводится от теплообменника за счёт дизельного топлива. Выводимая с низа колонны фракция 60 – 85 °С отводится с установки после охлаждения.

3.3 Установка каталитического риформинга

Одним из процессов, позволяющим улучшить качество бензинов, а также получить ценные мономеры, является каталитический риформинг.

Назначение процесса – производство высокооктанового базового компонента автомобильных бензинов, а также получение индивидуальных ароматических углеводородов: бензола, толуола, ксилолов. В результате процесса получают и водородсодержащий (технический водород), используемый далее в процессах гидроочистки топлив, масляных и других фракций, а также на установках гидрокрекинга и изомеризации.

Сырьём для каталитического риформинга служат бензиновые фракции прямой перегонки: широкая фракция 85—180 °С для получения высокооктанового бензина, фракции 62—85, 85—115 и 115—150 °С для получения бензола, толуола и ксилолов соответственно. Иногда к прямогонной широкой бензиновой фракции добавляют низкооктановые бензины коксования, термического крекинга.

Выход высокооктанового компонента бензина составляет 80-88 % (масс.), его октановое число 80-85 (моторный метод) против 30-40 для сырья.

Основным промышленным катализатором процесса риформинга является алюмоплатиновый катализатор (0,3-0,8 % масс. платины на оксиде алюминия); в последние годы наряду с платиной на основу наносится рений. Применение более активного биметаллического платино-рениевого катализатора позволяет снизить давление в реакторе с 3-4 до 0,7-1,4 МПа. Катализатор имеет форму цилиндра диаметром 2,6 мм и высотой 4 мм.

3.4 Установка гидроочистки

Этот процесс предназначен для удаления сернистых, азотистых, кислородсодержащих соединений и гидрирования непредельных углеводородов. Различают гидроочистку дизельного топлива и керосина. В промышленности для данных процессов широко применяются алюмокобальтмолибденовые (АКМ) или алюмоникельмолибденовые (АНМ) катализаторы. На реакции гидрирования используют водород или ВСГ с установки риформинга.

Проводится гидроочистка при температурах 340-430 °С и давлении водорода 5-7 МПа. Сырьём для гидроочистки являются в основном сернистые бензиновые, керосиновые, дизельные фракции, вакуумный газойль и смазочные масла. Целевой продукт – обессеренные топливные фракции и масла. Сернистые соединения являются отравляющими веществами для катализаторов риформинга. Особенно это важно при использовании дорогостоящих платиновых и рениевых катализаторов. При гидроочистке гетероатомные соединения превращаются в углеводороды и гетероатомные газы (аммиак, сероводород, вода), а «очищенные» топливные фракции используются как топливо, либо поступают на установки риформинга.

3.5 Установка адсорбционной депарафинизации

Процесс адсорбционной депарафинизации бензиновой фракции на цеолите СаА состоит из четырёх стадий: адсорбция, продувка, десорбция и сушка адсорбента. Адсорбцию проводили в паровой фазе при температуре, которая на 25-30 °С превышала температуру кипения индивидуального н-алкана, входящего в бензиновую фракцию. После завершения подачи углеводородного сырья для удаления углеводородной фазы, находящейся в пространстве между зёрнами цеолита, адсорбент в течение 10 минут продували азотом при заданной температуре и атмосферном давлении. Десорбат собирали в ловушку, охлаждаемые жидким азотом. Данный способ даёт возможность проводить облагораживание бензиновой фракции за счёт удаления низкооктановых парафиновых углеводородов. Недостатком способа является отсутствие возможности превращения десорбированных н-парафинов в высокооктановые компоненты, что не даёт возможность увеличить выход продукта и получить дополнительное количество высокооктанового бензина. Кроме того, использование не модифицированного адсорбента СаА снижает

его термостабильность и адсорбционную ёмкость по н-алканам. Задачей является разработка способа получения высокооктанового компонента автобензина из низкооктановых бензиновых фракций, позволяющего расширить ассортимент продукции, повысить качество и количество получаемого высокооктанового бензина. Техническим результатом является получение дополнительного количества высокооктанового компонента автобензина из низкооктановых бензиновых фракций. Технический результат достигается тем, что в способе получения высокооктанового компонента автобензина, включающем адсорбционную депарафинизацию прямогонной бензиновой фракции адсорбентом СаА, проводимом в паровой фазе, с последующей десорбцией поглощенных парафинов продувочным газом в направлении, совпадающем с направлением движения сырья и сбором поглощённых парафинов, процесс извлечения парафинов и их каталитического превращения проводят в одном аппарате в присутствии цеолитсодержащей композиции, состоящей из первого по ходу сырья слоя модифицированного адсорбента СаА и следующего непосредственно за ним слоя высокомолекулярного катализатора Zn-НЦВК при объёмном соотношении 4÷5:1.

Адсорбцию проводят при температуре 220-250 °С и атмосферном давлении, регенерацию модифицированного адсорбента СаА и катализ десорбированных из адсорбента продуктов проводят на высокомолекулярном катализаторе Zn-НЦВК при температуре 320-350 °С, затем смешивают депарафинат и катализат. На основании вышеизложенного следует, что комбинирование процессов адсорбции и катализа в одном аппарате с использованием модифицированного адсорбента СаА и высокомолекулярного катализатора Zn-НЦВК при объёмном соотношении 4÷5:1 и проведении процесса адсорбции н-алканов из сырьевой бензиновой фракции при температуре 220-250 °С и атмосферном давлении с последующей десорбцией и их каталитическим превращением при температуре 320-350 °С, и за счёт смешения образовавшихся целевых продуктов удаётся достичь расширения ассортимента, повышения качества и получение дополнительного количества высокооктанового автобензина.

Таким образом, совокупность существенных признаков, указанных в формуле изобретения, позволяет достичь желаемого технического результата, а именно дополнительного количества высокооктанового компонента автобензина из низкооктановых бензиновых фракций.

3.6 Установка газодифракционирования предельных газов

Установка предназначена для разделения смеси жирного газа и нестабильного бензина на сухой газ, стабильный бензин и, в зависимости от потребностей, на фракции углеводородов C₃, C₄ и C₅.

Сырьём для переработки является газ и головка атмосферно-вакуумной перегонки, головка каталитического риформинга, головка гидрокрекинга.

Очистка газов от сероводорода производится путём абсорбирования раствором моноэтаноламина (МЭА). Регенерация растворов осуществляется в отгонных колоннах диаметром 3200 мм. Массовая доля МЭА в растворе 8-12 %.

Установка состоит из блоков:

- выделение углеводородов C_3 и выше из газообразного сырья конденсационно-абсорбированным методом;
- деэтанализация сырья, ректификации жидких углеводородов;
- очистки сырья и готовой продукции.

На установку поступает газ, он подаётся на сжатие компрессором ЦК-1, охлаждается и, после каждой ступени конденсации, разделённый в сепараторах на газ и жидкость, смешивается с головками стабилизации установок первичной перегонки, риформинга, гидрокрекинга, подаётся на блок ректификации.

В К-1 удаляют метан, этан (с верха колонны), деэтанализированный продукт поступает в К-2 (депропанализатор), далее в К-3 (дебутанизатор), в К-4 разделяют изо-бутан и н-бутан, а остаток подаётся в К-5 на разделение смеси пентанов и фракции C_6 и выше. В К-6 происходит разделение пентана и изо-пентана.

Технологический режим:

К-1 : Т-27-112 °С, Р-2,6 МПа, К-2 : Т-66-150 °С, Р-1,2 МПа,

К-3 : Т-60-112 °С, Р-2,1 МПа, К-4 : Т-62-83 °С, Р-1,1 МПа,

К-5 : Т-77-123 °С, Р-0,3 МПа, К-6 : Т-79-98 °С, Р-0,35 МПа,

Давление на выкиде ЦК – 1 – 1,4 МПа.

3.7 Установка производства битумов

Производство битумов ведётся путём окисления гудрона воздухом при высокой температуре.

Сырьём служит остаток вакуумной перегонки – гудрон, фракция 350-500 °С.

Продуктами являются битумы дорожные, битумы строительные, отгон, газы окисления.

Выход дорожных окисленных вязких битумов на сырьё составляет около 98 % (масс.), строительных – 94-96 % (масс.).

Стадии процесса:

- подготовка сырья до требуемой температуры;
- окисление в колоннах - реакторах непрерывного действия – масла переходят в смолы, смолы в асфальтены, кислород воздуха взаимодействует с водородом, содержащимся в сырье;
- возрастающая потеря водорода сопровождается полимеризацией сырья и его сгущением;
- конденсация паров нефтепродуктов, воды, низкомолекулярных альдегидов, кетонов, спиртов, кислот, и их охлаждение;

- сжигание газообразных продуктов окисления.
- Технологический режим установки:
 - Температура, °С:
 - а) сырья на выходе из змеевика печи 260-270;
 - б) продуктов реакции на выходе из реактора 270-275;
 - в) битума после холодильника 170-200.
 - Коэффициент рециркуляции (по массе) (3-8):1;
 - Давление избыточное, МПа:
 - а) сжатого воздуха 0,7-0,8;
 - б) на выходе из реактора 0,6-0,7;
 - в) в испарителе 0,15-0,20;
 - г) в колонне 0,005-0,3;
 - Расход сжатого воздуха 35-120 м³/т;
 - Расход сырья 20-60 м³/т.

3.8 Установка коксования

Коксование нефтяных остатков применяется для целевого получения нефтяного кокса, используемого для изготовления анодов, графитированных электродов и других токопроводящих изделий. При коксовании получают также газ и жидкие фракции разного состава (бензиновая и другие более тяжёлые фракции).

Сырьём коксования могут быть гудроны, тяжёлые газойли каталитического крекинга, асфальты, экстракты, тяжёлые жидкие продукты пиролиза.

Замедленное коксование нефтяных остатков протекает при температурах 490-515 °С и давлении 0,2-0,3 МПа со временем нагрева сырья в реакционной зоне трубчатой печи около 2 минут. Сырьё нагревается сначала в конвекционных трубах трубчатой печи до 270-300 °С и потом подаётся на верх промывочной секции ректификационной колонны для дополнительного нагрева за счёт контакта с более горячим паром, газом, продуктами реакции, поступившими из коксовых камер под нижнюю каскадную тарелку промывочной секции ректификационной колонны. С низа промывочной секции колонны насосом отводится поток жидкости с температурой 390 °С, состоящий из сырья и рециркулята – сконденсировавшихся паров продуктов реакции, для дальнейшего нагрева в радиантных трубах трубчатой печи до 490-515 °С. Реакция коксования начинается в трубчатой печи и заканчивается в коксовой камере в виде глубокого разложения сырья и рециркулята с образованием кокса и более лёгких, чем сырьё, газообразных и жидких углеводородов, отводимых на разделение в ректификационную колонну. Верхними продуктами являются несконденсировавшиеся газы и бензиновая фракция, с «глухой» тарелки колонны отводят также другой продукт – керосино-газойлевую фракцию. Выход этих продуктов до 70 % масс. на сырьё, выход кокса 15-35 % масс. на сырьё.

На установке имеется 2-3 (до 4-6) коксовые камеры. Пока одна камеры наполняется коксующей массой, в другой происходит коксование, а из третьей камеры происходит выгрузка кокса. График работы реакционных камер обеспечивает выполнение следующих операций:

- коксование 15-30 часов переключение потоков 0,5 часа;
- пропаривание 6-7 часов;
- охлаждение 2-3 часа;
- дренаж воды и открытие люков 2-3 часа;
- выгрузка кокса 3-6 часов;
- осмотр камер, закрытие люков, опрессовка и разогрев 10-11 часов;
- общее время операций 48-60 часов.

Выгрузку кокса из камер производят с помощью гидравлического резака. Резка кокса осуществляется струей воды, выходящей из сопел резака под давлением 16-25 МПа. Кокс в виде кусков разного размера отделяется от воды, дробится на куски размером не более 200 мм, сортируется на фракции 3-25 мм и 25-200 мм и транспортируется на склад или установку прокаливания. Высота коксовых камер до 28 м, диаметр 5-9 м. Коксовые камеры устанавливаются на постамент высотой до 20 м, тогда отметка верхнего люка-горловины коксовой камеры доходит до 45 м, вертикальный габарит установки до 90 м.

3.9 Установка деасфальтизации гудрона

Назначение процесса – удаление из нефтяных остатков смолисто-асфальтеновых веществ и полициклических ароматических углеводородов с повышенной коксующестью и низким индексом вязкости. Традиционным сырьём процессов деасфальтизации является остаток вакуумной перегонки нефтей – гудрон. Целевыми продуктами являются деасфальтизаты, используемые для выработки остаточных масел, а побочными – асфальты, служащие сырьём для производства битумов или компонентами котельных топлив. В зависимости от вида сырья и условий деасфальтизации температура размягчения по КиШ асфальтов составляет от 27-30 до 39-45 °С. При использовании двухступенчатой деасфальтизации и применении в качестве сырья гудронов глубоковакуумной перегонки этот показатель составляет 50-64 °С.

3.10 Установка гидрокрекинга остатка

Гидрокрекинг применяют для получения бензина, реактивного и дизельного топлив или сырья для термического и каталитического крекинга. Проводят процесс при температуре 380-500 °С и давлении водорода до 15-20 Мпа.

Сырьём для гидрокрекинга являются тяжёлые, богатые сернистыми соединениями нефтяные продукты: гудроны и смолистые вещества. Достоинством процесса является возможность перерабатывать с получением

топлив практически любое углеродсодержащее сырьё. Это достигается гидрированием ненасыщенных углеводородов и «замещением» гетероатома на водород в гетероатомных соединениях. В результате сырьё обогащается углеводородами парафинового и нафтенового рядов нормального и изомерного строения, что позволяет использовать получившийся продукт как топливо.

3.11 Установка производства водорода

Источником водорода на нефтеперерабатывающем заводе обычно является установка каталитического риформинга, но водорода с установки риформинга недостаточно, чтобы удовлетворить все потребности нефтеперерабатывающего завода, особенно если работает установка гидрокрекинга. Поэтому водород получают на установке конверсии метана с водяным паром.

Метан и водяной пар смешивают и пропускают над катализатором при 800 °С в результате чего образуется монооксид углерода и водород:



3.12 Установка производства серы

Сырьём установки производства серы служит сероводород, выделенный на установках в процессе переработки нефти. Сероводород выделяют с помощью 15 %-ого водного раствора моноэтаноламина из соответствующих потоков с установок гидроочистки и гидрокрекинга. На установке производства серы смонтирован блок регенерации сероводорода из насыщенных растворов моноэтаноламина. Регенерированный моноэтаноламин возвращается на установки гидроочистки, где вновь используется для извлечения сероводорода.

Основные стадии процесса производства серы и технического сероводорода:

- термическое окисление сероводорода кислородом воздуха с получением серы и диоксида серы;
- взаимодействие диоксида серы с сероводородом в реакторах (конвекторах), загруженных катализатором.

Продукт установки – элементарная сера с её содержанием не менее 99,98 % (масс.).

4 Материальный баланс предприятия по топливному варианту

В таблице 4.1 приведён материальный баланс НПЗ по топливному варианту с глубокой переработкой нефти.

В таблице 4.2 приведён сводный материальный баланс НПЗ по топливному варианту с глубокой переработкой нефти.

Таблица 4.1 – Материальный баланс НПЗ по топливному варианту с глубокой переработкой нефти

Процессы и продукты	% на сырьё установки	% на нефть	Производительность, тыс. тонн в год
Обессоливание нефти			
<u>Поступило:</u>			
Нефть сырая	101,000	101,000	5672,935
<u>Получено:</u>			
Нефть обессоленная	100,000	100,000	5616,767
Вода и соли	1,000	1,000	56,168
Всего	101,000	101,000	5672,935
Атмосферно-вакуумная перегонка			
<u>Поступило:</u>			
Нефть обессоленная	100,000	100,000	5616,767
<u>Получено:</u>			
Газ и головка стабилизации	2,600	2,600	146,036
Фракция н.к. – 62 °С	3,200	3,200	179,737
62 - 85 °С	4,800	4,800	269,605
85 – 105 °С	4,700	4,700	263,988
105 – 140 °С	8,800	8,800	494,276
140 – 180 °С	10,500	10,500	589,761
180 – 230 °С	10,400	10,400	584,144
230 – 350 °С	20,600	20,600	1157,054
350 – 500 °С	3,000	3,000	168,503
Гудрон	30,700	30,700	1724,348
Потери	0,700	0,700	39,317
Всего	100,000	100,000	5616,767
Каталитический риформинг и экстракция ароматических углеводородов			
<u>Поступило:</u>			
62 - 85 °С	64,100	4,200	235,904
85 – 105 °С	35,900	2,350	131,994
Всего	100,000	6,550	367,898
<u>Получено:</u>			
Бензол	11,800	0,773	43,412
Толуол	11,900	0,779	43,780
Сольвент	3,000	0,197	11,037
Рафинат	56,000	3,668	206,023
Водородсодержащий газ	5,000	0,328	18,395
Головка стабилизации	5,000	0,328	18,395
Газ	6,000	0,393	22,074
Потери	1,300	0,085	4,783
Всего	100,000	6,550	367,898
Каталитический риформинг			
<u>Поступило:</u>			
85 – 105 °С	11,800	2,350	131,994
105 – 140 °С	44,200	8,800	494,276
140 – 180 °С	42,700	8,500	477,425
Бензины-отгоны гидроочистки	1,400	0,271	15,193
Всего	100,000	19,921	1118,888
<u>Получено:</u>			
Катализат	83,000	16,534	928,677
Водородсодержащий газ (в том числе водород)	5,000 (1,100)	0,996 (0,219)	55,944 (12,308)

Продолжение таблицы 4.1

Процессы и продукты	% на сырьё установки	% на нефть	Производительность, тыс. тонн в год
Головка стабилизации	5,000	0,996	55,944
Газ	6,000	1,195	67,133
Потери	1,000	0,199	11,189
Всего	100,000	19,921	1118,888
Гидроочистка керосина			
<u>Поступило:</u>			
140 – 180 °С	16,700	2,000	112,335
180 – 230 °С	83,300	10,000	561,677
Водородсодержащий газ	1,200	0,144	8,088
(в том числе водород)	(0,300)	(0,036)	(2,022)
Всего	101,200	12,144	681,100
<u>Получено:</u>			
Гидроочищенный керосин	97,200	11,664	655,140
Бензин-отгон	1,500	0,180	10,110
Сероводород	0,100	0,012	0,674
Газ	2,000	0,240	13,480
Потери	0,400	0,048	2,696
Всего	101,200	12,144	682,100
Гидроочистка дизельных фракций			
<u>Поступило:</u>			
180 – 230 °С	1,600	0,400	22,467
230 – 350 °С	83,800	20,600	1157,054
Лёгкий газойль коксования	14,600	3,591	201,698
Водородсодержащий газ	1,700	0,418	23,481
(в том числе водород)	(0,400)	(0,098)	(5,525)
Всего	101,700	25,009	1404,700
<u>Получено:</u>			
Гидроочищенное дизельное топливо	97,100	23,878	1341,164
Бензин-отгон	1,100	0,271	15,193
Сероводород	0,800	0,197	11,050
Газ	2,300	0,566	31,768
Потери	0,400	0,098	5,525
Всего	101,700	25,009	1404,700
Адсорбционная депарафинизация дизельного топлива			
<u>Поступило:</u>			
Гидроочищенное дизельное топливо	100,000	8,035	451,307
Водород	1,000	0,080	4,513
Всего	101,000	8,115	455,820
<u>Получено:</u>			
Дизельное топливо зимнее	80,300	6,452	362,400
Промежуточная фракция	9,100	0,731	41,069
Парафин жидкий	11,200	0,900	50,546
Потери	0,400	0,032	1,805
Всего	101,000	8,115	455,820
Газофракционирование предельных газов			
<u>Поступило:</u>			
Газ и головка атмосферно-вакуумной перегонки	88,800	2,600	146,036
Головка каталитического риформинга	11,200	0,328	18,395
Всего	100,000	2,928	164,431
<u>Получено:</u>			
Пропан	21,600	0,632	35,517
Изобутан	16,100	0,471	26,473
Н-бутан	33,000	0,966	54,262
Изопентан	8,600	0,252	14,141
Н-пентан	11,000	0,322	18,087

Продолжение таблицы 4.1

Процессы и продукты	% на сырьё установки	% на нефть	Производительность, тыс. тонн в год
Газовый бензин	1,800	0,053	2,960
Газ	6,500	0,190	10,688
Потери	1,400	0,041	2,302
Всего	100,000	2,928	164,431
Изомеризация			
<u>Поступило:</u>			
Фракция н.к. – 62 °С	90,857	3,200	179,737
Пентан с ГФУ	9,143	0,322	18,087
Водородсодержащий газ	1,100	0,039	2,176
(в том числе водород)	(0,200)	(0,007)	(0,396)
Всего	101,100	3,561	200,000
<u>Получено:</u>			
Изопентан	69,800	2,458	138,081
Изогексан	26,300	0,926	52,028
Газ	4,000	0,141	7,913
Потери	1,000	0,035	1,978
Всего	101,100	3,561	200,000
Производство битумов			
<u>Поступило:</u>			
Гудрон	66,700	6,000	337,006
350 – 500 °С	33,300	3,000	168,503
Поверхностно-активные вещества	3,000	0,270	15,165
Всего	103,000	9,270	520,674
<u>Получено:</u>			
Битумы дорожные	72,700	6,543	367,505
Битумы строительные	26,400	2,376	133,454
Отгон	1,300	0,117	6,572
Газы окисления	1,600	0,144	8,088
Потери	1,000	0,090	5,055
Всего	103,000	9,270	520,674
Коксование			
<u>Поступило:</u>			
Гудрон (коксуемость 16 %)	88,600	9,700	544,826
Асфальт с установки деасфальтизации	11,400	3,600	202,204
Всего	100,000	13,300	747,030
<u>Получено:</u>			
Газ и головка стабилизации	8,600	1,144	64,245
Бензин	13,000	1,729	97,114
Лёгкий газойль	27,000	3,591	201,698
Тяжёлый газойль	24,400	3,245	182,275
Кокс	24,000	3,192	179,287
Потери	3,000	0,399	22,411
Всего	100,000	13,300	747,030
Деасфальтизация гудрона			
<u>Поступило:</u>			
Гудрон	100,000	6,000	337,006
Всего	100,000	6,000	337,006
<u>Получено:</u>			
Асфальт на замедленное коксование	60,000	3,600	202,204
Деасфальтизат на гидрокрекинг	38,000	2,280	128,062
Потери	2,000	0,120	6,740
Всего	100,000	6,000	337,006
Гидрокрекинг остатка			
<u>Поступило:</u>			
Гудрон	100,000	4,000	224,671

Окончание таблицы 4.1

Процессы и продукты	% на сырьё установки	% на нефть	Производительность, тыс. тонн в год
Водород с водородной установки	3,000	0,120	6,740
Всего	103,000	4,120	231,411
<u>Получено:</u>			
Газ	2,800	0,112	6,291
Бензин	8,800	0,352	19,771
Дизельное топливо	17,900	0,716	40,216
Вакуумный газойль	24,100	0,964	54,146
Остаток	45,000	1,800	101,102
Сероводород	2,400	0,096	5,392
Потери	2,000	0,080	4,493
Всего	103,000	4,120	231,411
Производство сероводорода			
<u>Поступило:</u>			
Сероводород	100,000	0,278	15,610
Всего	100,000	0,278	15,610
<u>Получено:</u>			
Сера элементарная	97,000	0,270	15,142
Потери	3,000	0,008	0,468
Всего	100,000	0,278	15,610
Производство водорода			
<u>Поступило:</u>			
Сухой газ	32,700	0,091	5,105
Хим. очищенная вода (на реакцию)	67,300	0,187	10,506
Всего	100,000	0,278	15,610
<u>Получено:</u>			
Водород технический 96 % (в том числе водород 100 %)	18,200 (17,500)	0,051 (0,049)	2,841 (2,732)
Двуокись углерода	77,800	0,216	12,145
Потери	4,000	0,011	0,624
Всего	100,000	0,278	15,610

Таблица 4.2 – Сводный материальный баланс НПЗ по топливному варианту с глубокой переработкой нефти

Компоненты	Топливный вариант с глубокой переработкой нефти	Производительность, тыс. тонн в год
<u>Поступило:</u>		
Нефть обессоленная	100,000	5616,767
Поверхностно-активные вещества на производство	0,270	15,165
Вода на производство водорода	0,187	10,506
Всего	100,457	5642,438
<u>Получено:</u>		
Автомобильный бензин, в т.ч.:	27,512	1545,280
Катализат риформинга	16,534	928,677
Рафинат от производства ароматических углеводородов	3,668	206,023
Изопентан	2,458	138,081
Изогексан	0,926	52,028
Бензин коксования	1,729	97,114
Газовый бензин	0,053	2,960
Н-бутан	0,483	27,131
Газ коксования	1,144	64,245
Газ с гидрокрекинга остатка	0,112	6,291
Бензин-отгон	0,053	2,960
Бензин с гидрокрекинга остатка	0,352	19,771

Окончание таблицы 4.2

Компоненты	Топливный вариант с глубокой переработкой нефти	Производительность, тыс. тонн в год
Керосин гидроочищенный	11,664	655,140
Дизельное топливо летнее, в т.ч.:	16,574	930,926
Гидроочищенное дизельное топливо	15,843	889,857
Промежуточная фракция депарафинизации	0,731	41,069
Дизельное топливо зимнее	8,035	451,307
Ароматические углеводороды, в т.ч.:	1,749	98,229
Бензол	0,773	43,412
Толуол	0,779	43,780
Сольвент	0,197	11,037
Сжиженный газы, в т.ч.:	1,838	103,263
Пропан	0,632	35,517
Изобутан	0,471	26,473
Н-бутан	0,483	27,131
Изопентан	0,252	14,141
Жидкий парафин	0,900	50,546
Кокс нефтяной	3,192	179,287
Битумы дорожные	6,543	367,505
Битумы строительные	2,376	133,454
Котельное топливо, в т.ч.:	14,122	793,211
Тяжёлый газойль коксования	3,245	182,275
Отгон производства битумов	0,117	6,572
Гудрон	5,000	280,838
Деасфальтизат	2,280	128,062
Дизельное топливо с гидрокрекинга остатка	0,716	40,216
Вакуумный газойль с гидрокрекинга остатка	0,964	54,146
Остаток	1,800	101,102
Сера элементарная	0,270	15,142
Топливный газ	3,235	181,697
Двуокись углерода	0,216	12,145
Отходы (кокс выжигаемый, газы окисления)	0,144	8,088
Потери безвозвратные	1,948	109,388
Всего	100,318	5634,608

5 Аналитический обзор

5.1 Теоретические основы процесса каталитической изомеризации

Изомеризация приводит к получению соединения с иным расположением атомов или групп, но при этом не происходит изменение состава и молекулярной массы соединения. В литературе изомеризацию часто называют перегруппировкой, в некоторых случаях, в соответствии с традицией, это именные реакции (процессы изомеризации).

Процесс изомеризации направлен на получение высокооктановых компонентов товарного бензина из низкооктановых фракций путём структурного изменения углеродного скелета.

Технологический процесс «PENEX» компании UOP специально разработан для непрерывной каталитической изомеризации пентанов, гексанов и их смесей. Реакции протекают в атмосфере воздуха, над стационарным слоем катализатора и при таких рабочих условиях, которые промотируют реакции изомеризации и сводят к минимуму реакции гидрокрекинга.

Процесс прост в конструктивном исполнении и в эксплуатации и обладает надёжными рабочими характеристиками, что позволяет использовать минимум рабочего персонала и диспетчеров. Условия эксплуатации не жёсткие, что характеризуется умеренными рабочими давлениями (3,15 МПа), низкими температурами (150-200 °С), высокой объёмной скоростью подачи сырья на единицу объёма катализатора (1-2 ч⁻¹) и низким парциальным давлением водорода.

Кроме обычной гидроочистки, для технологического процесса «PENEX» не требуется особо чёткого или дорогостоящего предварительного фракционирования для удаления циклических соединений C₆ или C₇ и более тяжёлых. Процесс «PENEX» обеспечивает для НПЗ большую гибкость в выборе сырья как на стадии проектирования, так и после того, как установка построена, что очень важно, поскольку технологическая схема всего НПЗ меняется с изменением ситуации на рынке. Это может потребовать изменения состава сырья установки изомеризации для достижения оптимальных результатов работы всего НПЗ.

Центральной частью установки «PENEX» является реакторный блок, конструктивное решение и функционирование которого остаются по существу одними и теми же, независимо от каких-либо технологических схем рециркуляции, которые могут использоваться. Основными элементами реакторного блока являются осушители жидкого сырья и свежего водородсодержащего газа (ВСГ), реакторы и относящиеся к ним нагреватели и теплообменники, компрессоры свежего и рециркулируемого водородсодержащего газа и колонна стабилизации продуктов. В системе «PENEX» обычно используется два последовательно соединённых реактора с одинаковым распределением нагрузки катализатора между аппаратами. Изомеризованная лёгкая нефтя имеет максимальное значение Очи без ТЭС равное примерно 84,0 пунктам при работе установки без рециркуляции углеводородов и 91,5 пункта при использовании рециркуляции. На типовой установке изомеризации нефти продуктовый изомеризат направляется непосредственно на смешение бензинов. Однако, этот продукт может иметь значительное содержание изомеров C₆, а именно, 2-метилпентана, 3-метилпентана и н-гексана, которые можно рециркулировать обратно на установку изомеризации для дальнейшей переработки и изомеризации в компоненты C₆ с более высоким октановым числом.

Блок деизогексанизации служит в основном для отделения C₅, 2,2-диметбутана и 2,3-диметилбутана от других изомеров C₆ и более тяжёлых компонентов, содержащихся в изомеризате. Достоинства применения колонны деизогексанизации заключается в том, что колонна обеспечивает дальнейшее

облагораживание продукта с повышением Очи без ТЭС до 88,0-90,0 пунктов. Дополнительные достоинства применения колонны деизогексанизации (ДИГ) становятся очевидны при снижении соотношения компонентов C_5/C_6 в свежем сырье, поскольку $n-C_5$ не возвращается в реакторный блок на дальнейшую изомеризацию [2].

Верхний продукт колонны деизогексанизации, содержащий в основном фракцию C_5 и диметилбутаны, поступает в резервуарный парк на смешение бензинов. Кубовый продукт в небольшом количестве направляется в парк вместе с верхним продуктом колонны ДИГ. Отвод кубового продукта необходим, чтобы исключить накопление тяжёлых компонентов в сырье реакторного блока.

Боковой погон, состоящий в основном из метилпентанов, некоторой части диметбутанов и $n-C_6$, возвращается на изомеризацию в точке на входе в реакторы.

При правильном регулировании режима работы колонны деизогексанизации и максимальной изомеризации фракции $n-C_5$ в реакторном блоке достигается максимальное октановое число товарного изомеризата. При работе только на бутиленовом сырье октановое число авиаалкилата по исследовательскому методу достигает 99 (без тетраэтилсвинца (ТЭС)), при работе на смешанном олефиновом сырье оно составляет 92-96 (без ТЭС), а по моторному методу 90-94 (без ТЭС). Октановое число автоалкилата по исследовательскому методу равно 80-84 (без ТЭС); автоалкилат может служить компонентом дизельного топлива.

Реакции изомеризации парафинов являются обратимыми, протекают без изменения объёма, с небольшим экзотермическим эффектом (6-8 кДж/моль). Поэтому термодинамическое равновесие зависит только от температуры: низкие температуры благоприятствуют образованию более разветвлённых изомеров и получению, следовательно, изомеризата с более высокими октановыми числами. При этом равновесное содержание изомеров при данной температуре повышается с увеличением числа атомов углерода в молекуле n -парафина.

5.2 Побочные реакции изомеризации

Изомеризация парафинов всегда сопровождается побочными реакциями:

- размыкание колец нафтеновых соединений;
- изомеризация нафтенов;
- насыщение бензола;
- гидрокрекинг.

Размыкание колец.

В сырье установки «PENEX» обычно присутствуют три нафтеновых соединения: циклопентан (ЦП), метилциклопентан (МЦП) и циклогексан (ЦГ). При размыкании колец эти соединения гидрируются с образованием парафиновых углеводородов. Протекание реакций размыкания колец

ускоряется при повышении температуры в реакторе. Для типичных условий в реакторе установки изомеризации глубина превращения при размыкании нафтеновых колец с образованием углеводородов составляет около 20-40 %.

Изомеризация нафтенов.

Нафтеновые углеводороды метилциклопентан (МЦП) и циклогексан (ЦГ) находятся в равновесии. По мере повышения температуры реакция изомеризации нафтенов смещается в сторону образования метилциклопентана.

Насыщение бензола.

Катализатор обеспечивает насыщение бензола с образованием циклогексана. Эта реакция протекает очень быстро и при очень низких температурах. Насыщение бензола не ограничено достижением условий равновесия в реакторе изомеризации, и глубина превращения должна составлять 100 %. При протекании реакций насыщения бензола выделяется тепло. Количество выделяющегося при протекании этой реакции тепла ограничивает допустимое содержание бензола в сырье. Допустимое содержание бензола в сырье до 5 % масс. Функция насыщения бензола в катализаторе изомеризации обеспечивается платиной.

Гидрокрекинг.

Степень превращения при гидрокрекинге, протекающем на установке «PENEX», зависит от качества сырья и жёсткости эксплуатационного технологического режима. Крупные молекулы, такие как C_7 , легче подвергаются гидрокрекингу, по сравнению с более мелкими молекулами. Парафины C_5 и C_6 также в некоторой степени подвергаются гидрокрекингу. По мере приближения к равновесию изомеризации парафинов C_5/C_6 , степень гидрокрекинга увеличивается. Если изомеризация протекает слишком интенсивно, то в результате протекания реакций гидрокрекинга снижается выход жидких продуктов и увеличивается выделение тепла. В результате протекания реакций гидрокрекинга образуется метан, этан, пропан и бутан.

Для подавления побочных реакций расщепления осуществляют циркуляцию водородсодержащего газа в объёме 900 нм^3 на 1 м^3 жидкого сырья [3].

5.3 Катализаторы процесса

В современных бифункциональных катализаторах изомеризации n-алканов в качестве металлического компонента используются платина и палладий, а в качестве носителя - фторированный или хлорированный оксид алюминия, а также алюмосиликаты или цеолиты, внесенные в матрицу оксида алюминия. Применение этих катализаторов улучшило экономические показатели процесса и повысило производительность установок.

Алюмоплатиновые фторированные катализаторы позволяют осуществить процесс изомеризации при $360 - 420 \text{ }^\circ\text{C}$ и называются высокотемпературными. Металл-цеолитные катализаторы используются при $230 - 380 \text{ }^\circ\text{C}$ (в зависимости от типа цеолита) и названы среднетемпературными. Алюмоплатиновые

катализаторы, промотированные хлором применяют при 100 - 200 °С и названы низкотемпературными.

Наибольшее распространение в нефтепереработке получили низко- и высокотемпературные процессы изомеризации n-парафинов C₄ - C₆ на основе алюмоплатиновых катализаторов, промотированных хлором или фтором.

Активные центры как металлические, так и кислотные в отсутствие водорода быстро отравляются в результате закоксовывания катализатора. Для подавления побочных реакций крекинга процесс проводится под повышенным давлением при циркуляции водородсодержащего газа.

Процесс изомеризации протекает на катализаторе I-82 на основе хлорированной окиси алюминия, содержащем платину. При использовании этого катализатора в однопроводном процессе «PENEX» октановое число типовой лёгкой нефти может быть увеличено приблизительно с 65 до 84 ОЧи (82 ОЧм). Продукт с более высоким октановым числом – до 93 ОЧи (91 ОЧм) может быть получен при использовании данного катализатора в схеме процесса «PENEX» с рециркуляцией углеводородов. Хлорированные глинозёмные катализаторы обеспечивают наиболее высокие выходы фракций C₅₊ по сравнению с любыми другими промышленными катализаторами благодаря высокой селективности и низким рабочим температурам.

Активность хлорированных окисноалюминиевых катализаторов изомеризации зависит от плотности расположения кислотных центров. Катализаторы с большей удельной поверхностью отличаются более высоким содержанием хлорида, более высокой плотностью расположения кислотных центров, и, следовательно, более высокой активностью. I-8 является стандартным катализатором, используемым на большинстве установок изомеризации парафинов. I-82 – новый катализатор, отличается наибольшей удельной поверхностью и содержанием хлоридов среди всех катализаторов изомеризации и, следовательно, имеет наивысшие плотность расположения кислотных центров и активность. Катализатор I-82 в настоящее время используется на 10 установках изомеризации фракции C₅-C₆ и на двух установках изомеризации фракции C₄.

Использование высокоактивных катализаторов позволяет получить два важных преимущества:

- более высокие октановые характеристики продуктов;
- более продолжительные сроки службы катализатора.

При использовании катализатора I-82 можно добиться следующего повышения октанового числа продукта (при условии равных объёмов загрузки катализаторов):

- +1,0 ОЧи, без ТЭС, для установки «PENEX» без рециркуляции водорода;
- +0,7 для установки Пенекс/ДИГ.

Катализатор процесса «PENEX» продемонстрировал крайне низкую тенденцию к коксообразованию. Этот катализатор, при условии надлежащей очистки сырья, может работать неограниченное время без значительных потерь

активности. Срок службы катализатора обычно ограничивается из-за постепенного или периодического проникновения в сырьё примесей, обычно кислородсодержащих. Средний срок службы катализатора в процессе «PENEX» составляет 6,5 лет и каждый год возрастает. Это достигается без каких-либо регенераций или реактиваций. Более высокая плотность расположения кислотных центров, характерная для I-82, обеспечивает повышение срока службы катализатора, по сравнению с катализатором I-8 или с катализаторами, поставляемыми конкурентами. UOP предполагает, что срок службы катализатора I-82, по сравнению с I-8, увеличивается на 30-40 %. Однако, наилучшим способом обеспечить продолжительный срок службы катализатора является надлежащая очистка сырья и правильная эксплуатация осушителей на молекулярных ситах. Катализатор I-82 содержит на 9% меньше платины, чем I-8. Катализаторы изомеризации UOP обеспечивают непревзойдённую устойчивость к вредному воздействию углеводородов C_{7+} и соединений серы, поступающих в реакторы. Часть компонентов C_{7+} подвергается крекингу с получением сжиженных газов. Эти компоненты не приводят к возникновению кокса в реакторах.

Несмотря на то, что сера является необратимым ядом для всех платиновых катализаторов, катализаторы изомеризации UOP отличаются проверенной способностью восстанавливать свою работоспособность после случаев повышения содержания серы в сырье. Катализаторы UOP восстанавливаются после незначительного загрязнения сырья серой, как только будет удалена сера из сырья [2].

5.4 Влияние основных факторов процесса на выход и качество продуктов

5.4.1 Влияние температуры

Температура ввода газосырьевой смеси в реакторы является основным регулирующим параметром процесса. Процесс проходит при температурах 100—400 °С. С повышением температуры скорость реакции изомеризации возрастает до ограничиваемого равновесием предела. Дальнейшее повышение температуры приводит лишь к усилению реакций гидрокрекинга с образованием легких газов. При этом возрастает расход водорода, а выход изомеров снижается.

Существует определённый верхний предел для количества изопарафинов, которое может находиться в продуктах реактора при любой заданной температуре на выходе из реактора. Это равновесная величина, которая диктуется законами термодинамики и может быть достигнута только через бесконечно большой период времени, то есть в бесконечно малом реакторе. Поэтому, на практике, концентрация изопарафинов в продукте будет ниже их равновесной концентрации. При увеличении температуры в реакторе с целью увеличения глубины реакций изомеризации состав продуктов должен сильнее

приближаться к равновесному составу. В действительности, при чрезмерно высоких температурах, концентрация парафинов в продукте будет снижаться из-за смещения вниз равновесной кривой, несмотря на то, что при более высокой температуре реакции протекают с более высокой интенсивностью.

Использование более высоких температур, чем это необходимо для целесообразной степени приближения к равновесию, не приведёт ни к чему другому, кроме увеличения интенсивности гидрокрекинга.

Чрезмерное повышение температур может привести к увеличению скорости отложения кокса на катализаторе. Однако, предрасположенность катализатора к образованию кокса по существу настолько низка, что обычно до того, как возникают проблемы с образованием кокса, сталкиваются с чрезмерным гидрокрекингом.

На установке «PENEX» имеются два соединённых последовательно реактора, в которых предусмотрено независимое регулирование температуры. В системе первого реактора протекает большая часть реакций изомеризации, подвергается гидрированию весь содержащийся в сырье бензол, происходит конверсия с разрывом колец некоторого количества циклогексана и метилциклопентана с образованием гексанов, а также частично реакции гидрокрекинга углеводородов C_7 с образованием углеводородов C_3 и C_4 . Эти три реакции (гидрирование бензола, разрыв колец нафтеновых углеводородов с образованием гексанов и гидрокрекинг углеводородов C_7) экзотермичны и при переработке типового сырья они вносят больший вклад в рост температуры в первом реакторе, чем реакции изомеризации парафиновых углеводородов, которые также экзотермичны.

Обычно система первого реактора будет работать при таких температурах, при которых обеспечивается увеличение до максимума содержание изопентана и 2,2-диметилбутана в выходящем из реактора потоке. Достижимые концентрации и требуемая температура на выходе из реактора будут зависеть от имеющегося количества активного катализатора и от количества циклических углеводородов C_6 и углеводородов C_7 и более тяжёлых, содержащихся в сырье. Чем выше концентрация таких компонентов в сырье, тем более высокие температуры требуются. При использовании такой методики требуемая рабочая температура в системе второго реактора снижается, и она может работать при условиях, которые больше способствуют достижению равновесия.

Хотя температура в системе первого реактора обычно выбирается без учёта содержания изомеров в конечном кубовом продукте колонны стабилизации, существует возможность их воздействия друг на друга, которая должна учитываться для обеспечения оптимальной работы установки в целом, и количественные взаимозависимости будут изменяться по мере старения катализатора. При условии, что должен быть получен конечный продукт с таким же высоким содержанием изопентана и 2,2-диметбутана (после оптимизации температуры во втором реакторе), первый реактор лучше эксплуатировать с более низким содержанием изопентана и 2,2-диметбутана в

продукте, поскольку это подразумевает более низкую температуру в первом реакторе и, следовательно, чуть менее интенсивное протекание реакций гидрокрекинга и, соответственно, более высокий выход жидких продуктов. Возникновение такой ситуации более вероятно на ранних стадиях пробега установки, когда весь катализатор свежий.

Второе взаимное воздействие может происходить при работе на сырье с высоким содержанием циклических углеводородов C_6 . Поскольку для этих продуктов характерна тенденция снижения глубины изомеризации парафинов, может быть целесообразно подавать в первый реактор сырьё с более высоким содержанием циклических углеводородов C_6 , выбирая такую температура в первом реакторе, которая позволяет регулировать количество циклических углеводородов, входящих во второй реактор.

При повышении температуры в первом реакторе в гексаны может быть конвертировано большее количество циклических углеводородов и, следовательно, увеличена степень изомеризации во втором реакторе.

5.4.2 Влияние давления

Давление – основной, наряду с температурой, регулируемый параметр, оказывающий существенное влияние на выход и качество продуктов изомеризации. Давление составляет 3-3,5 МПа, оно существенно влияет на кинетику целевых и побочных реакций процесса. Повышение давления при прочих идентичных условиях снижает глубину, но повышает селективность изомеризации. Увеличение парциального давления водорода снижает скорость дезактивации катализатора в результате торможения коксообразования. Однако повышение давления свыше 4 МПа нецелесообразно, так как при этом коксообразование практически не меняется.

Установка «PENEX» по изомеризации углеводородов C_5/C_6 обычно работает при избыточном давлении в продуктивном сепараторе до 3,15 МПа. В некоторых случаях, например, при реконструкциях других установок под процесс «PENEX» давление в сепараторе может быть снижено до 2,1 МПа.

Метилциклопентан и циклогексан адсорбируются на катализаторе и снижают скорость протекания реакций изомеризации. Работа при более высоком давлении помогает ослабить такое влияние циклических соединений C_6 .

Снижение давления на установке или работа при чуть более низком уровне давления не окажет влияния на срок службы катализатора, но повлияет на степень изомеризации

5.4.3 Влияние объёмной скорости подачи сырья

Объёмной скоростью называют отношение объёма жидкого сырья, подаваемого в реактор за один час, к объёму катализатора. Объёмная скорость измеряется в m^3/m^3 час или $час^{-1}$.

Объёмная скорость подачи сырья составляет 1,5—2,0 ч⁻¹. Для увеличения объёмной скорости вдвое требуется повышение температуры процесса примерно на 8-11 °С.

Объёмная скорость подачи сырья на катализатор определяет глубину превращения сырья и получение изомеризата заданной октановой характеристики.

Объёмная скорость оказывает влияние на качественные характеристики продукта.

Расчётная объёмная скорость для эксплуатации установки «PENEX» при использовании в качестве сырья углеводородов C₅/C₆ составляет от 1 до 2 час⁻¹.

Увеличение объёмной скорости приведёт к получению продукта с меньшим содержанием углеводородов изостроения.

5.4.4 Мольное соотношение «Водород/углеводороды»

Мольное соотношение определяется как количество молей водорода на количество молей подаваемого в реактор сырья.

В зависимости от типа перерабатываемого сырья на установке «PENEX» принято расчётное соотношение водород:сырьё равное 1-2:1.

Главной задачей поддержания этого соотношения равным расчётному или на уровне выше расчётного является поддержание в системе реакторов паровой фазы. В случае необходимости, для поддержания расчётного соотношения «водород/углеводороды» нужно уменьшить скорость подачи сырья в реактор. Режим работы при слишком низкой циркуляции водорода может привести к усилению коксообразования или неправильному распределению потоков в реакторах.

5.4.5 Промотор катализатора

Основным назначением подачи хлорида в систему изомеризации является поддержание активных кислотных центров в структуре катализатора.

Для поддержания активности катализатора необходимо подавать хлорид. Ни в коем случае установка не должна работать дольше шести часов без подачи хлорида. Каждый раз, когда наблюдается недостаток хлорида, при прочих равных условиях, содержание углеводородов изостроения в продукте будет снижаться. При возобновлении подачи хлорида наблюдается тенденция восстановления активности катализатора до её предшествующего уровня, но возможно, что активность полностью не восстановится, если снижение активности катализатора не являлось результатом прекращения подачи хлорида.

Во многих хлорорганических соединениях содержатся примеси, которые могут отравлять катализатор на установке «PENEX», поэтому на установке следует использовать только рекомендуемые UOP хлорорганические соединения.

5.4.6 Кратность циркуляции водородсодержащего газа

Этот параметр определяется как отношение объема циркулирующего водородсодержащего газа (ВСГ), приведенного к нормальным условиям, к объёму сырья, проходящего через реакторы в единицу времени ($\text{нм}^3/\text{м}^3$).

Водород должен постоянно циркулировать по катализатору во избежание образования кокса на катализаторе.

Рециркуляция водорода осуществляется с целью регулирования величины его парциального давления и, следовательно, стабильности катализатора.

Для данной установки кратность циркуляции водородсодержащего газа составляет не менее $300 \text{ нм}^3/\text{м}^3$ сырья.

Учитывая, что в циркулирующем ВСГ концентрация водорода изменяется в широких пределах – от 75 до 85 % об., а молекулярная масса сырья зависит от фракционного и химического составов, предпочтительнее пользоваться мольным отношением водород:сырьё.

5.4.7 Качество сырья

Сырьём для процесса изомеризации может быть:

- фракция C_{5+} с ГФУ;
- фракция C_{5+} (ШФЛУ) из природного и попутных нефтяных газов;
- головка н.к. – 62°C рафината каталитического риформинга;
- головка н.к. – 62°C после вторичной перегонки прямогонного бензина.

Все эти фракции являются концентратами н-алканов C_5 и C_6 , чем выше содержание суммы н- C_5 и н- C_6 , тем лучше будет протекать процесс изомеризации.

Требования к сырью по вредным примесям:

- содержание серы не более $1 \cdot 10^{-4}$ % масс.,
- содержание азота не более $0,5 \cdot 10^{-4}$ % масс.,
- содержание влаги не более $0,5 \cdot 10^{-4}$ % масс.

Состав сырья оказывает существенное влияние на выход продукции, на эффективность действия катализатора. Для процесса «PENEX» требуется осушенное малосернистое сырьё. Основные составляющие (компоненты) сырья, влияющие на процесс изомеризации:

- воздействие олефинов, циклических соединений, углеводородов C_{7+} и бутана;
- содержание в сырье примесей.

Олефины.

Количество и типы олефиновых углеводородов, содержащихся во фракции C_5/C_6 с установки риформинга, приемлемы, но потоки с высоким содержанием олефинов нельзя перерабатывать без предварительного гидрирования для насыщения этих компонентов. Вредное воздействие

большого количества олефинов заключается в том, что они физически обволакивают катализатор после их полимеризации.

Циклические соединения.

Циклические соединения адсорбируются на катализаторе, снижая количество активных центров для изомеризации парафинов.

При содержании бензола в исходном сырье более 5 % масс. требуется дополнительный запас катализатора в реакторах. Насыщенные циклические углеводороды потребляют значительное количество водорода в результате протекания экзотермической реакции, которая нежелательна для равновесия процесса изомеризации. Бензол быстро гидрируется и затем ведёт себя как эквивалентное количество циклогексана. Циклогексан и другие нафтеновые углеводороды C_6 конвертируются в парафиновые углеводороды C_6 , что приводит к снижению октанового числа.

Углеводороды C_{7+} .

В сырье установки «PENEX» содержание углеводородов C_7 и выше не должно превышать 3 % масс.

Парафиновые углеводороды C_{7+} легко подвергаются гидрокрекингу с образованием углеводородов C_3 и C_4 . Некоторая часть углеводородов C_{7+} , которая не подверглась гидрокрекингу, изомеризуется с получением смеси углеводородов с более низким октановым числом, по сравнению с продуктами, получаемыми из углеводородов C_5 и C_6 .

Нафтеновые углеводороды C_7 оказывают такое же отрицательное воздействие, как и нафтеновые углеводороды C_6 .

Бутан.

Бутан и более лёгкие парафины проходят через реактор без изменений, т.к. являются инертными относительно каталитической реакции. Обычно содержание бутанов не должно превышать 4 % об.

Содержание в сырье примесей.

Сера.

Присутствие в сырье серы приведёт к снижению активности катализатора. В этом случае, для получения нужного соотношения продуктов необходима работа катализатора при более высокой температуре. После удаления серы, по методике удаления серы из катализатора, катализатор постепенно восстанавливает свою активность.

Необходимо также контролировать содержание в сырье примесей, являющихся ядом для катализатора. Ядами, необратимо отравляющими катализатор, являются соединения, которые оказывают на активность катализатора необратимое вредное воздействие. Для катализатора установки «PENEX» такими соединениями являются вода, соединения азота, фториды, кислородсодержащие соединения.

Вода или другие кислородсодержащие соединения.

Деактивация катализатора в результате воздействия таких соединений необратима. Примерно один килограмм кислорода в любой форме будет деактивировать сто килограмм катализатора. Кислородсодержащие соединения

вступают в химическую реакцию с активным хлором на катализаторе, который химически связан со структурой окиси алюминия во время производства катализатора.

Соединения азота.

Эти соединения реагируют с хлоридом в катализаторе или с HCl, содержащимся в рециркулирующем газе, с образованием солей, которые могут необратимо деактивировать катализатор: заблокировать активные центры катализатора, привести к потере хлоридов или к нарушению распределения потока из-за отложения солей.

Соединения фтора.

Эти соединения также являются ядом, который отравляет катализатор необратимо. Приблизительно один килограмм этого соединения будет деактивировать сто килограмм катализатора.

Катализатор может противостоять воздействию лишь определённого количества этих примесей, при превышении которого катализатор необратимо деактивируется и подлежит замене.

Требования к сырью по вредным примесям:

- содержание серы не более $1 \cdot 10^{-4}$ % масс.;
- содержание азота не более $0,5 \cdot 10^{-4}$ % масс.;
- содержание влаги не более $0,5 \cdot 10^{-4}$ % масс.;
- суммарное содержание кислородсодержащих веществ 10 ppm;
- суммарное содержание хлоридов 0,5 ppm;
- содержание меди до 20 ppb;
- содержание свинца до 10 ppb;
- содержание мышьяка до 1 ppb;
- содержание фторидов 0,5 ppm;

Наилучшей подготовкой сырья к процессу изомеризации является его гидрогенизационное облагораживание – гидроочистка. Этим процессом из состава сырья удаляются нежелательные компоненты [3].

6 Описание технологической схемы

6.1 Аппараты осушки жидкого сырья

Назначение аппаратов осушки жидкого сырья – обеспечение отсутствия влаги в потоке углеводородов из секции очистки перед поступлением его на установку «PENEX».

Аппараты осушки работают последовательно, за исключением тех периодов, в течение которых они находятся в режиме регенерации, когда в эксплуатации остается только один из них. Используемый катализатор HPG–250, на основе молекулярных сит, для удаления воды, а также следовых количеств серо- и азотсодержащих веществ.

Гидроочищенный поток углеводородов «C₅ и выше» поступает в аппарат осушки жидкого сырья снизу, проходит в восходящем потоке через

осушающий агент на основе молекулярных сит и выводится сверху. Затем через одну из линий переключения аппаратов осушки поток направляют в другой аппарат осушки жидкого сырья. Поток проходит через второй аппарат осушки жидкого сырья так же в восходящем потоке. Затем осушенные углеводороды направляют в уравнительную сырьевую ёмкость. Через некоторое время адсорбент в первом аппарате осушки насыщается влагой, на что указывает анализатор влаги, расположенный между двумя аппаратами осушки. В это время возникает необходимость в регенерации этого аппарата осушки. Аппарат осушки с отработанным адсорбентом выводят из эксплуатации, закрыв соответствующую запорную арматуру. Второй подключённый последовательно аппарат осушки становится теперь единственным работающим аппаратом осушки жидкого сырья. Кран анализатора влаги переключается в положение, позволяющее вести текущий контроль содержания влаги в потоке, выходящем из этого находящегося в эксплуатации аппарата осушки. После того как регенерация аппарата осушки завершена, он готов к дальнейшей работе. Переключение производится таким образом, что аппарат осушки, в котором проводилась регенерация, занимает теперь хвостовое положение, а аппарат осушки, занимавший до регенерации хвостовое положение, остаётся в положении головного. Через некоторое время адсорбент в головном аппарате осушки становится отработанным и аппарат отключается для проведения регенерации, а в эксплуатации остаётся только хвостовой аппарат осушки. Именно таким образом аппараты осушки включены в технологическую схему.

6.2 Аппараты осушки свежего водородсодержащего газа

Свежий водородсодержащий газ должен быть осушен для защиты катализатора I-8/I-82. Используемый катализатор PDG-418, на основе молекулярных сит, для удаления воды. Два аппарата осушки свежего газа работают таким же образом, как и аппараты осушки жидкого сырья. Аппараты осушки работают в восходящем потоке и подключаются последовательно. Затем осушенный ВСГ направляют в контур реакторного блока с регулированием подачи по расходу. ВСГ используется также для регулирования давления в уравнительной сырьевой ёмкости и, во время пуска, в колонне стабилизации.

6.3 Уравнительная сырьевая ёмкость

Назначение этой ёмкости - обеспечение равномерной бесперебойной подачи сырья на установку «PENEX». В эту ёмкость направляют осушенное сырьё из аппаратов осушки жидкого сырья.

Содержимое уравнительной сырьевой ёмкости находится под защитной подушкой сухого ВСГ, поступающего с выхода из аппаратов осушки свежего ВСГ; давление в уравнительной сырьевой ёмкости регулируется при помощи регистрирующего регулятора давления.

6.4 Блок теплообменников реактора

Осушенное жидкое сырье из уравнивающей сырьевой ёмкости перекачивается одним из двух сырьевых насосов реактора через блок теплообменников реактора с регулированием подачи регулятором расхода. Блок теплообменников реактора состоит из теплообменника холодного объединённого сырья, теплообменника горячего объединённого сырья и нагревателя сырья реактора.

Перед подачей жидких углеводородов в теплообменник холодного объединённого сырья их объединяют с потоком рециркулирующего ВСГ. После объединения смешанный поток углеводородов и ВСГ проходит через блок теплообменников в вышеуказанной последовательности.

Часть жидкого сырья может проходить по обводной линии вокруг теплообменника холодного объединённого сырья для обеспечения дополнительной гибкости в регулировании температуры. Это обычно используется в тех случаях, когда катализатор свежий и желательно более глубокое промежуточное охлаждение между головным и хвостовым реакторами.

После того как смешанный поток «углеводороды – водородсодержащий газ» выходит из теплообменника горячего объединённого сырья, добавляется небольшое количество промотора катализатора (хлорорганического соединения). Этот промотор закачивается в технологический поток одним из двух впрыскивающих насосов. Промотор катализатора хранится в ёмкости под защитной азотной подушкой.

Объединённое сырьё окончательно доводится до нужной температуры в сырьевом нагревателе реактора с использованием регулятора температуры, который задаёт расход среды теплоносителя в теплообменниках.

После выхода из сырьевого нагревателя реактора нагретый объединённый поток направляется в первый реактор.

6.5 Реакторы изомеризации

Эти реакторы являются сердцем процесса. В схеме установки эти аппараты установлены последовательно один за другим. На различных этапах работы установки каждый реактор может находиться или в головном, или в хвостовом положении. В слое катализатора каждого реактора установлены термпары для текущего контроля активности катализатора.

После выхода из сырьевого нагревателя реактора нагретый поток объединённого сырья поступает в первый реактор. После выхода из первого реактора поток направляется в теплообменник горячего объединённого сырья, где частично отводится теплота реакций, выделившаяся в первом реакторе. Необходимая степень отвода тепла может быть достигнута посредством регулирования расхода в обводной линии по сигналу от регулятора

температуры. Затем частично охлаждённый поток направляется во второй реактор, где протекают завершающие реакции процесса.

Реакторы оснащены линиями продувки водородсодержащим газом, которые расположены на входе в каждый реактор. Продувка водородсодержащим газом используется для удаления углеводородов из реактора, из которого должен быть выгружен катализатор, или для охлаждения реактора во время аварийных ситуаций. Каждая продувка регулируется при помощи регулятора расхода, смонтированного на панели управления.

После выхода из второго реактора поток направляется в трубное пространство теплообменника холодного объединенного сырья.

Выходящий из трубного пространства теплообменника холодного объединённого сырья поток направляется далее в теплообменник воздушного или водяного охлаждения перед его поступлением в сепаратор продуктов.

6.6 Блок сепаратора продуктов и компрессоров

В блоке сепаратора продуктов и компрессора продукт реакции разделяется на нестабильный жидкий продукт и рециркулирующий водородсодержащий газ. Давление в сепараторе регулируется при помощи регулирования расхода свежего ВСГ. В этом блоке установлено следующее оборудование: конденсатор продукта реактора, сепаратор продуктов, компрессор рециркулирующего ВСГ и, если это требуется, компрессор свежего ВСГ.

Продукт реактора выходит из реакторного блока и частично конденсируется в конденсаторе продукта реактора. В нём продукт реактора охлаждается приблизительно до 38 °С. Затем охлаждённые жидкость и газ разделяются в сепараторе продуктов.

ВСГ выходит с верха сепаратора через каплеотбойник и направляется к рециркуляционному компрессору для рециркуляции обратно в реакторный блок. Расход рециркулирующего ВСГ регулируется показывающим регулятором расхода. Перепуск с выкида компрессора в сепаратор продуктов (через холодильник продукта реактора) обеспечивает противопожарную защиту рециркуляционного компрессора. Расход рециркулирующего и чистота ВСГ регулируются поддержанием мольного соотношения «водород/углеводороды» в пределах от 1:1 до 2:1. Расход сухого свежего ВСГ на установку из блока аппаратов осушки свежего ВСГ регулируется по сигналу от самопишущего регулятора давления в сепараторе продуктов.

Нестабильный жидкий продукт вытесняется из сепаратора по сигналу от регулятора уровня в блоке колонны стабилизации. Сепаратор продуктов оборудован блокировкой отключения при высоком уровне жидкости для защиты компрессора.

6.7 Колонна стабилизации

Назначение этой колонны - отделить от изомеризата весь растворённый водород, HCl и газы, образовавшиеся в результате крекинга (C_1 , C_2 и C_3).

Перед подачей в колонну стабилизации сырьё вначале нагревается в теплообменниках: «сырьё / кубовый продукт колонны стабилизации».

Тепло в колонну стабилизации подводится при помощи либо водяного пара, либо горячего нефтепродукта. Количество подводимого из ребойлера тепла регулируется регистрирующим регулятором расхода теплоносителя.

Пары верхнего погона колонны стабилизации, состоящие из лёгких углеводородных компонентов сырья колонны, направляются затем в конденсатор с воздушным или водяным охлаждением, а затем в ресивер колонны стабилизации. Для поддержания давления в колонне газ через регулятор давления выпускается в скруббер щелочной промывки отходящего из колонны стабилизации газа. Жидкость откачивается из ресивера с регулированием расхода по сигналу от регулятора уровня насосом для подачи орошения в колонну стабилизации. Вся жидкость из ресивера верхнего погона колонны стабилизации подаётся в колонну на тарелку №1 в качестве орошения.

Кубовый продукт направляют в резервуарный парк или на дальнейшее фракционирование с регулированием расхода по сигналу от регулятора уровня после предварительного теплообмена с подаваемым в колонну стабилизации сырьём в теплообменниках «сырьё / кубовый продукт колонны стабилизации». Если кубовый продукт колонны стабилизации направляют на хранение в резервуарный парк, его охлаждают в холодильнике кубового продукта колонны стабилизации. Часть кубового продукта колонны стабилизации используется для регенерации аппаратов осушки.

6.8 Скруббер щелочной промывки газа колонны стабилизации

Отходящий газ из колонны стабилизации и сдувка газа из потока рециркулирующего ВСГ, объединяются и восходящим потоком проходят через скруббер щелочной промывки газа из колонны стабилизации для удаления хлористого водорода. Очищенный газ выходит с верха аппарата и поступает в систему топливного газа с регулированием расхода по сигналу от регулятора противодавления.

Свежий щелочной раствор периодически закачивается с НПЗ в ёмкость в секции скруббера щелочной промывки газа. Из ёмкости щелочной раствор перекачивается циркуляционными насосами щелочного раствора на верх секции промывки скруббера, где в противотоке происходит его контактирование с поднимающимся потоком кислого газа. Расход циркулирующего щелочного раствора можно контролировать по местному расходомеру.

Периодически (примерно один раз в неделю) часть щелочного раствора выводится в секцию отработанной щёлочи НПЗ, как отработанная щёлочь.

Уровень щелочного раствора в скруббере поддерживается примерно на 300 – 600 мм (1 – 2 фута) ниже насадочной секции.

6.9 Колонна отгонки изогексана

Назначение этого аппарата - извлечение товарного изогексана и пентанов из стабилизированных продуктов реактора. Обычно в качестве сырья в эту колонну подается кубовый продукт из колонны стабилизации. Кубовый продукт из колонны стабилизации подаётся в колонну отгонки гексана с регулированием расхода по сигналу от регулятора уровня.

Тепло в колонну подаётся из кипятильника, теплоносителем в котором является водяной пар (обычно водяной пар низкого давления), подача которого осуществляется с регулированием по сигналу от регулятора расхода конденсата водяного пара. Подвод тепла от кипятильника регулируется таким образом, чтобы образовывалось достаточное количество флегмы для орошения колонны.

Пары, отбираемые с верха колонны, полностью конденсируются в воздушном холодильнике с оребрѐнными трубами. Часть паров верхнего погона проходит по обводной линии, минуя воздушный холодильник с оребрѐнными трубами, с регулированием расхода этого потока по сигналу регулятора давления паров, отбираемых с верха колонны. Рабочее давление на линии вывода верхнего погона колонны составляет обычно 0,7 кг/см² изб.

Продуктовый верхний погон колонны, состоящий главным образом из углеводородов C₅ и диметилбутанов, направляют в резервуарный парк с регулированием расхода с коррекцией сигнала от регистрирующего регулятора температуры в колонне отгонки изогексана, расположенного над одной из верхних тарелок колонны. Повышение температуры на тарелке свидетельствует о перемещении в верх колонны более тяжѐлых метилпентанов; в этом случае необходимо увеличить орошение колонны. При повышении показаний регистрирующего регулятора температуры будет перекрыт поток продуктов, что приведѐт к повышению уровня в ресивере верхнего погона, в результате чего будет автоматически увеличен расход флегмы на орошение, который перенастраивается по уровню в ресивере.

Обычно продукт с верха колонны направляют в резервуарный парк. Очень часто часть жидкого верхнего погона используется для регенерации адсорбента в аппаратах осушки. После использования в аппаратах осушки этот продукт объединяют с продуктом, направляемым в резервуарный парк.

Кубовый продукт колонны отгонки изогексана направляют в резервуарный парк вместе с продуктом, отбираемым с верха колонны, или его можно отправлять в качестве сырья на установку платформинга.

Расход кубового продукта колонны обычно небольшой. Этот продукт выводится из колонны с регулированием расхода. Эксплуатация колонны отгонки изогексана крайне проста. Основными принципами должно быть полное извлечение пентанов и 2,2-диметилбутанов с верхним погоном при одновременном снижении до минимума содержания 3-метилпентанов в

верхнем погоне. Состав верхнего погона колонны задается настройкой контрольной точки регистрирующего регулятора температуры. Тепло подводится в колонну со скоростью, которая обеспечивает оптимизацию орошения, в то же время поддерживая содержание метилпентана в верхнем погоне колонны на нормальном уровне. Давление в колонне необходимо регулировать на его проектном уровне. Рециркулирующий поток колонны отгонки изогексана отбирается как боковой погон из нижней части колонны. Боковой погон из нижней части колонны закачивается обратно в аппараты осушки жидкого сырья установки «PENEX» с регулированием расхода. Установка регулятора расхода обычно перенастраивается по сигналу от регулятора температуры в нижней части колонны. Содержание тяжёлых компонентов в потоке бокового погона должно быть сведено к минимуму для обеспечения оптимального режима работы реакторного блока установки «PENEX». Большую часть циклогексана и углеводородов C_7 и более тяжёлых следует отводить с кубовым продуктом колонны. Повышение температуры в кубе колонны свидетельствует об увеличении содержания в кубовом продукте более тяжёлых компонентов. По сигналу регистрирующего регулятора температуры, установленного ниже вывода бокового погона, будет уменьшаться расход бокового погона. Для удаления тяжёлых компонентов и регулирования уровня в кубе колонны потребуется увеличить отвод кубового продукта. Октановое число продукта, отбираемого с верха колонны, задаётся двумя независимыми технологическими параметрами:

- составом пентанов в верхнем погоне колонны;
- количеством 2-метилпентана и 3-метилпентана в продукте, отбираемом с верха колонны.

Суммарное количество пентана в этом потоке определяется составом сырья. Содержание изопентана задаётся степенью изомеризации углеводородов C_5 в реакторе. Для данного состава сырья показатели октанового числа продукта, отбираемого с верха колонны, улучшаются путём увеличения до максимума соотношения $i-C_5/C_5$ в этом продукте. Так как пентаны, содержащиеся в продукте, перерабатываются по принципу «на проток», то чем выше концентрация пентанов в сырье, тем ниже будет октановое число продукта.

Так как при компаундировании эти компоненты (2-метилпентан и 3-метилпентан) характеризуются октановым числом смешения порядка 75 пунктов, то, чем выше их концентрация в продукте, отбираемом с верха колонны, тем ниже будет октановое число. Поскольку для полного удаления всех метилпентанов потребовалось бы:

- увеличение количества тарелок;
- увеличение орошения;
- увеличение количества рециркулята в реакторном блоке (увеличение коэффициента смешанного сырья), необходимо найти экономически обоснованный компромисс, позволяющий настраивать октановое число продукта в зависимости от потребления энергоносителей.

8 Строительная часть проекта

8.1 Выбор района строительства

Основное назначение строительного проектирования – поиск таких решений, которые при меньших материальных и трудовых ресурсах дают больший прирост производственных мощностей и увеличение объёма производимой продукции.

Наиболее подходящим местом для строительства является город Камышин в Волгоградской области, что определено следующими соображениями.

Внедрение установки изомеризации в технологический процесс получения бензинов позволяет улучшить экологические свойства бензинов, значительно улучшить качество производимых бензинов тем самым увеличить экономические показатели производственной деятельности предприятия, а так же возможность переработки основной массы углеводородов легкой фракции на месте.

Через территорию Волгоградской области проходят важные железнодорожные, автомобильные, водные и воздушные трассы. Общая протяжённость железнодорожных путей составляет 1,6 тыс. км, внутренних судоходных путей — 1,5 тыс. км, автомобильных дорог - более 14 тыс. км (83 % дорог общего пользования имеют твёрдое покрытие). Низовья Волги и Дона, связанные Волго-Донским судоходным каналом, создают благоприятные условия для транспортировки различных грузов через область из портов государств Европы в зоны судоходства Африки, Ближнего и Среднего Востока.

Имеющиеся железнодорожные транспортные развязки значительно упрощают транспортировку нефтепродуктов по области. Так же широко развита автотранспортная сеть.

Наличие местного источника электроэнергии - Волжская ГЭС.

Возможность готовить квалифицированные кадры - Волгоградский государственный технический университет.

8.2 Объёмно-планировочные решения

В настоящее время широко применяются такие прогрессивные проектные решения, как блокировка зданий и сооружений различного назначения; применение универсальных и других типов зданий использование эффективных строительных конструкций и материалов.

Объёмно–планировочное решение любого промышленного здания зависит, прежде всего, от характера располагаемого в нем технологического оборудования.

Для размещения оборудования проектируем одноэтажные здания. В одноэтажных зданиях возможно более свободное размещение

технологического оборудования и перемещение его при модернизации технологического процесса. Большое значение при проектировании имеет выбор конструктивной схемы здания. Практика показала, что для одноэтажных промышленных зданий более целесообразна каркасная схема, при которой все нагрузки, возникающие в здании, воспринимает его несущий остов (каркас), образуемый вертикальными элементами (колоннами), на которые опираются конструкции покрытия и перекрытия. Жесткость каркаса в продольном направлении обеспечивается заделкой колонн в фундаменты.

Здания спроектированы прямоугольной формы в плане, с пролетами одинаковой ширины и одного направления, с одинаковым шагом колонн, без перепада высот.

8.3 Конструктивные элементы

При выборе строительного материала для конструкций здания руководствуются требованиями прочности, долговечности, удобства возведения, стойкости к воздействиям атмосферной среды, эксплуатационным воздействиям, огнестойкости. Основным материалом несущих конструкций промышленных зданий - железобетон. Железобетонные конструкции менее капиталоемкие, чем металлические. В условиях эксплуатации железобетонные конструкции также имеют преимущества перед металлическими, поскольку железобетон более устойчив к коррозии, хорошо сопротивляется действию огня при пожаре.

При проектировании производственных зданий следует обращать внимание на огнестойкость строительных конструкций.

Здания и помещения взрывоопасных производств должны проектироваться с применением легко сбрасываемых наружных ограждающих конструкций.

Фундамент здания принимаем в зависимости от характера действующих на фундамент усилий, несущей способности и глубины промерзания грунтов. Исходя из местных условий, принимаем ленточный фундамент из четырёх рядов сборных железобетонных блоков сечением 600х600 мм длиной 3000 мм, которые укладываются по монолитной железобетонной подушке высотой 400 мм, шириной 1200 мм. Глубина заложения фундамента 2800 мм. Фундамент поднимается на 250 мм над нулевой поверхностью. Между фундаментом и стеновой панелью укладывается гидроизоляционный слой.

Стены выполнены из железобетонных панелей 6000х1200х300 мм. Стены из железобетонных панелей улучшают качество и снижают вес здания.

Для защиты внутренних поверхностей конструкций от действия токсичных агрессивных веществ необходимо применять керамические плитки, кислотоупорные штукатурки, масляные краски и тому подобные покрытия, легко поддающиеся чистке.

В помещениях, в которых работают с агрессивными и ядовитыми веществами (кислотами, щелочами), полы выполняют из химически стойких

материалов, не способных сорбировать агрессивные вещества. В производственном помещении предусматривают для проветривания открывающиеся створки (фрамуги) оконных переплетов или световых фонарей. Ограждающие конструкции рассчитывают при проектировании на звукоизолирующую способность.

При проектировании нефтехимических предприятий с учетом группы производственных процессов предусматривают санитарно-бытовые помещения. Помещения для отдыха предусматривают из расчета 0,2 м² на одного работающего, но не менее 10 м². В состав санитарно-бытовых помещений входят гардеробные, душевые, умывальные, уборные, курительные, помещения для обработки, хранения и выдачи спецодежды, а также устройства питьевого водоснабжения.

Стены перегородки гардеробных спецодежды, душевых, преддушевых, умывальных, уборных, помещений для сушки, обезвреживания спецодежды выполнены на высоту 2 м из материалов, допускающих их мытье горячей водой с примесями моющих средств. Стены и перегородки помещений выше отметки 2 м, а также потолки имеют водостойкое покрытие.

Бытовые помещения изолируют от производственных, особенно пожаро-, взрыво- и газоопасных.

Перегородки выполняем также из панелей, а нестандартные перегородки – кирпичные.

Покрытие зданий предназначено для защиты помещений от атмосферных воздействий. Покрытие состоит из несущей и ограждающей частей. В качестве покрытий применяем железобетонные панели. На плитах покрытия укладываем неветилируемую кровлю, включающую в себя послойно снизу вверх: пароизоляция; полужесткие минераловатные плиты; стяжку из цементного раствора; три слоя рубероида на битумной мастике; гравий, втопленный в мастику.

Лестницы – металлические для подъема на покрытие. Для его эксплуатации и при возгорании.

Двери распашные, одно и двупольные, деревянные, размером по ширине 1500х2000 мм.

Ворота раздвижные деревометаллические, с калиткой для прохода людей. Размеры ворот 3600х3600 мм.

Полы имеют покрытия из мозаичной плитки на цементном растворе, который является стяжкой. Покрытие укладывается по бетонному основанию. Бетон – на уклонный грунт.

В помещениях насосной и компрессорной применяем деревянные окна размером 1461х1764 мм.

Одним из важнейших аспектов проектирования производственных зданий – организация грузовых и людских потоков. Работающим на предприятии должна быть обеспечена возможность перемещаться в здании по кратчайшим, удобным и безопасным путям. Входы в производственное здание через бытовые помещения расположены на лицевой стороне застройки.

Проектом предусмотрен один эвакуационный выход (дверь) из одноэтажного здания т.к. численность работающих во всех помещениях здания не превышает 50 человек. Ширина эвакуационного выхода из помещения установлена в зависимости от числа эвакуируемых через выход из расчета на 1 м ширины выхода (двери) в зданиях степени огнестойкости: I, II – не более 165 человек. Расстояние от любой точки помещения до ближайшего эвакуационного выхода из этого помещения в зданиях степеней огнестойкости I, II – 25 м. Коридоры разделены противопожарными перегородками 2-го типа на отсеки протяженностью 60 м.

8.4 Размещение основного оборудования

Наружные этажерки, на которых располагают оборудование, содержащие ЛВЖ и ГЖ и сжиженные горючие газы, должны быть железобетонными.

Всё технологическое оборудование (реактора, теплообменники, колонны, сепараторы, и т.д.) расположено на железобетонном фундаменте с учётом обвязки трубопроводами. Фундаменты укреплены сваями и оборудованы закладными болтами для крепления колонн.

Компоновку технологического оборудования выполняем исходя из следующих условий: ширина основных проходов по фронту обслуживания предусматриваем 2 м; возможность проезда транспорта для ремонта оборудования, загрузки и выгрузки катализатора из реакторов гидроочистки и риформинга, и т.д.; металлические лестницы к площадкам по высоте колонн и реакторов выполнены шириной 0,9 м.

Минимальные расстояния для проходов определены между наиболее выступающими деталями оборудования, а также с учётом устройства для него фундаментов, изоляции, ограждения.

9 Генеральный план и транспорт

9.1 Характеристика района

При разработке генерального плана учитываются следующие основные требования: объединение отдельных производств и вспомогательных служб с учетом их технологической связи, взрыво- и пожароопасных производств и характера выделяемых ими вредностей; определение безопасных разрывов на основе санитарной классификации и категории производства по взрывной и пожарной опасности с учетом возможного изменения технологии и реконструкции отдельных цехов и установок; локализации неблагоприятных производственных факторов, для предупреждения распространения шума, вредных и опасных пыли-паро- и газовых выделений при авариях, а также огня при пожаре и ограничения разрушающего действия воздушной ударной волны при взрывах; обеспечение естественного проветривания территории и исключение застойных зон и скопления в них вредных и опасных выделений с

учетом рельефа местности, направлении и скорости ветра; проектируемый нефтеперерабатывающий завод с глубокой переработкой нефти по топливному варианту размещаем на территории Волгоградской области, так как этот регион является крупным промышленным центром с большим скоплением потребителей продукции данного НПЗ.

Климат района формируется под воздействием циркуляционных процессов южной зоны умеренных широт.

Основные климатические особенности Волгоградской области формируются под воздействием Азиатского материка, переохлажденного зимой и перегретого летом, а также под смягчающим влиянием западного переноса воздушных масс. Континентальность климата района проявляется в резких колебаниях температуры (от суровой зимы к жаркому лету), недостатке осадков, часто повторяющихся засухах и объясняет преобладание антициклонической циркуляции над циклической.

Среднегодовая температура воздуха изменяется от 5,5° до 8,5°С, уменьшаясь с юго-запада на северо-восток области.

Абсолютный минимум температуры воздуха составляет 36-42°С мороза и наблюдается в январе-феврале, абсолютный максимум - 42-44°С тепла и наблюдается обычно в июле-августе.

Годовое количество осадков колеблется в среднем от 270 до 450 мм, снижаясь с северо-запада на юго-восток, где наблюдается недостаток влаги. Наибольшее количество осадков выпадает в июне и декабре (40,3 и 40,3 мм за месяц, соответственно), наименьшее - в марте (27,4 мм).

Среднемноголетние сроки образования устойчивого снежного покрова в северных районах - 11-17 декабря, в южных - 20-25 декабря. Снежный покров сохраняется от 90 до 110 дней. Средние значения высоты снежного покрова колеблются от 13 до 22 см.

Преобладающее направление ветра: в теплый период по северным районам области - северное; по южным - западное, юго-западное. В холодный период - западное, юго-западное.

В теплый период преобладает ветер со средней месячной скоростью 3,1-4,4 м/с, в холодный период - 3,3-5,0 м/с.

9.2 Размещение установки на генеральном плане

Установка размещена по отношению к жилой застройке с учетом ветров преобладающего направления.

Между промышленной и селитебной территорией предусмотрена санитарно-защитная зона шириной 1000 м [13].

Планировка площадки предприятия обеспечивает наиболее благоприятные условия для производственного процесса и труда, рациональное и экономное использование участка и наибольшую эффективность капитальных вложений. На площадке предприятия технологические процессы, сырье, оборудование и продукция размещены с учетом исключения вредного

воздействия на трудящихся, а также на здоровье и санитарно–бытовые условия жизни населения.

Генеральный план НПЗ предусматривает деление территории предприятия на зоны с учетом функционального разделения отдельных объектов. Зоны сформированы таким образом, чтобы свести к минимуму встречные потоки, обеспечить выполнение норм и правил охраны труда и промышленной санитарии.

На НПЗ выделены следующие зоны: предзаводская, производственная, подсобная, складская, сырьевых и товарных парков.

В предзаводской зоне размещены: заводоуправление, учебный комбинат, здравпункт, общезаводская столовая, пожарная часть, газоспасательная станция.

Производственная зона занимает большую часть общей площади завода. В ней размещено большинство технологических установок предприятия, узел оборотного водоснабжения, насосные станции системы канализации, трансформаторные подстанции, воздушная компрессорная, факельное хозяйство, лаборатории.

Подсобная зона предназначена для размещения ремонтно–механического и ремонтно-строительного цехов и других зданий.

В складской зоне находятся склады оборудования, смазочных масел, реагентное хозяйство.

В зоне сырьевых и товарных парков размещены резервуарные парки легковоспламеняющиеся и горючих жидкостей, насосные и железнодорожные эстакады, предназначенные для приема сырья и отгрузки товарной продукции.

Размещение на генеральном плане технологических установок обеспечивает поточность процесса, сводит к минимуму протяженность технологических коммуникаций.

9.3 Присоединение установки к инженерным сетям

По территории НПЗ проложено значительное число трубопроводов и инженерных сетей (сетей водопровода и канализации, кабельных сетей автоматики и КИП). При разработке генерального плана проектом предусмотрено прохождение инженерных сетей по кратчайшему направлению и разделение их по назначению и способам прокладки.

Технологические трубопроводы и инженерные сети размещены в полосе, расположенной между внутризаводскими автодорогами и границами установок, а также в коридорах внутри кварталов. Подземные сети и коммуникации уложены в одну траншею с учетом сроков ввода в эксплуатацию каждой сети и нормативно установленных расстояний между трубопроводами.

9.4 Вертикальная планировка и водород с площадки

Основными критериями рациональности планировки являются: обеспечение удобства технологических связей, улучшение условий строительства и заложения фундаментов.

При проведении вертикальной планировки проектом предусмотрено снятие (в насыпях и выемках), складирование и эффективное временное хранение плодородного слоя почвы, который затем используется по усмотрению органов, предоставляющих в пользование земельные участки.

Для глинистых грунтов принимают следующие уклоны поверхности площадки завода 0,003 -0,05.

Резервуарные парки и отдельно стоящие резервуары с легковоспламеняющимися и горючими жидкостями, сжиженными газами и ядовитыми веществами расположены на более низких отметках по отношению к зданиям и сооружениям. В соответствии с требованиями противопожарных норм эти резервуары обнесены земляными валами.

Для отвода поверхностных вод и аварийно разлившихся нефтепродуктов применяется смешанная система открытых ливнеотоков (лотков, кюветов, водоотводных канав) и закрытой ливневой канализации. Закрытая канализация используется на участках повышенной пожарной опасности. Поверхностные воды (дождевые и талые) с территории предприятия направляются в пруды–накопители.

9.5 Транспорт

При разработке проекта генерального плана промышленной площадки проработаны вопросы внешнего и внутреннего транспорта. Внешним транспортом НПЗ являются железные и автомобильные дороги, связывающие предприятие с путями сообщения общего пользования; к внутреннему транспорту относятся транспортные устройства, расположенные на территории завода.

Особенностью НПЗ является полное отсутствие внутризаводских железнодорожных перевозок. Железнодорожные пути используются только для отгрузки готовой продукции и приема реагентов, тары, а в отдельных случаях – сырья. Поэтому сеть железных дорог на территории предприятия концентрируют, группируя на генеральном плане объекты, которые обслуживаются железной дорогой.

Чтобы создать условия бесперегрузочного выхода на общероссийскую сеть железных дорог, железнодорожные пути НПЗ спроектированы с шириной колеи 1520 мм (нормальная колея).

Внутризаводские автодороги в зависимости от назначения подразделяются на магистральные, производственные, проезды и подъезды. Магистральные дороги обеспечивают проезд всех видов транспортных средств и объединяют в общую систему все внутризаводские дороги.

Производственные дороги служат для связи установок, цехов, складов и других объектов предприятия между собой и магистральными дорогами. По этим дорогам перевозят строительные грузы. Проезды и подъезды обеспечивают перевозку вспомогательных и хозяйственных грузов, проезд пожарных машин.

Внутризаводские дороги спроектированы прямолинейными. Проектом предусмотрено расстояние от внутризаводской автодороги до зданий и сооружений не менее 5 м. В пределах обочины внутризаводских автодорог проектом допускается прокладка сетей противопожарного водопровода, связи, сигнализации, наружного освещения и силовых электрокабелей.

9.6 Благоустройство и озеленение промышленной площадки

Задачей благоустройства промышленной площадки НПЗ является создание условий работы, уменьшающих влияние вредных веществ.

Для озеленения площадки предприятия проектом предусмотрено применение местных видов древесно-кустарниковых растений с учетом их санитарно-защитных и декоративных свойств и устойчивости к вредным веществам, выделяемым предприятием. Существующие древесные насаждения следует по возможности сохранять.

Площадь участков, предназначенных для озеленения в пределах ограды предприятия, определена из расчета не менее 3 м² на одного работающего в наиболее многочисленной смене.

Основным элементом озеленения предприятия является газон.

Проектом предусмотрены тротуары вдоль всех магистральных и производственных дорог независимо от интенсивности пешеходного движения. Тротуар, размещенный рядом с автодорогой, отделен от нее разделительной полосой шириной 80 см.

Размещаемые в предзаводской зоне объекты административно-хозяйственного назначения защищены от вредного влияния паров, газов, пыли полосой зеленых насаждений.

10 Безопасность и экологичность проекта

10.1 Характеристика опасных и вредных производственных факторов

Процесс каталитической изомеризации с предварительной гидроочисткой является пожаро- и взрывоопасным производством.

Продуктами, определяющими взрывоопасность установки, является водородсодержащий газ, углеводородные газы и изопентан.

При нарушениях технологического режима процесса изомеризации по температуре и давлению, нарушении правил и норм по охране труда, а так же при проведении ремонтов возникает опасность выделения значительных

количеств токсичных, легковоспламеняющихся и взрывоопасных жидкостей и газов, и как следствие этого, возможность отравления, обмороживания обслуживающего персонала, возможность возникновения пожаров и взрывов.

Наиболее опасными местами на установке являются: помещение газовой компрессорной; блок реакторов; закрытая насосная; блок колонн; места отбора газообразных проб для лабораторных анализов; все колодцы промышленной канализации, и оборотного водоснабжения, заглубленная дренажная емкость, приямки, где возможны скопления углеводородных газов; блок теплообменников; блок холодильников воздушного охлаждения.

10.2 Индивидуальные средства защиты работающих

Для предотвращения несчастных случаев, заболеваний и отравлений, связанных с производством, весь обслуживающий персонал установки обеспечивается средствами индивидуальной защиты согласно отраслевым нормам о бесплатной выдаче специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам химического производства [9].

10.3 Общая характеристика опасности проектируемого производства

Организация безопасной работы на нефтеперерабатывающих предприятиях основана на знании опасных свойств сырья, промежуточных и конечных продуктов, на исключении контакта работающих с этими веществами и на проведении комплекса мероприятий, предотвращающих отравления, пожары, загорания и взрывы.

В целях безопасности нефтеперерабатывающие заводы располагают на расстоянии от населённых пунктов с учётом санитарного класса санитарной зоны предприятия. Данный завод относится к I классу, с размером санитарной зоны не менее 1000м, так как на заводе перерабатывается углеводородное сырьё, содержащим серу. Также в процессе используются азот, водородсодержащий газ и другие углеводороды, имеющие токсичные свойства. Проектируемый нефтеперерабатывающий завод, в состав которого входит установка изомеризации легкой прямогонной нефти, будет располагаться на расстоянии 20 км от населенного пункта.

Целевым продуктом на установке изомеризации является изопентан (высокооктановый компонент автомобильного бензина).

По характеру перерабатываемого продукта получение высокооктановых компонентов бензина относится к взрывопожароопасному производству. Бензин является легковоспламеняющейся жидкостью. Побочными продуктами являются водородсодержащий газ и углеводородные газы $C_1 - C_3$, которые в свою очередь обладают низкими концентрационными пределами взрываемости.

Обоснование категорий зданий и помещений по взрывопожарной и пожарной опасности:

К категории А (взрывопожароопасная) отнесены помещения связанные с применением горючих газов (водород, углеводородные газы «метан–бутан», ЛВЖ с температурой вспышки не более 28 °С, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа.

К категории В1 (пожароопасная) отнесено помещение в котором обращаются горючие и трудно–горючие жидкости (смазочные масла), твердые и трудно–горючие вещества и материалы (солидол), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или один с другим только гореть, при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, не относятся к категориям А и Б.

К категории Д отнесено помещение в котором обращаются негорючие вещества и материалы в холодном состоянии.

К категории АН (взрывопожароопасная) относятся установки если в них присутствуют (хранятся, перерабатываются, транспортируются) горючие газы (водород, ВСГ, углеводородные газы (метан–бутан)), ЛВЖ с температурой вспышки не более 28 °С, вещества и материалы, способные гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом, при условии, что величина индивидуального риска при возможном сгорании указанных веществ с образованием волн давления превышает 10–6 в год на расстоянии 30 м от наружной установки.

Класс помещений компрессорной и насосной по степени опасности поражения людей электрическим током – помещения особоопасные. В этих помещениях присутствуют одновременно два условия повышенной опасности (токопроводящие железобетонные полы и возможность одновременного прикосновения человека к металлоконструкциям, имеющих соединение с землей и к металлическим кожухам электродвигателей) и плюс к этому в помещениях при утечке углеводородов через неплотности оборудования образовывается органическая среда [10].

По ПУЭ помещения насосных установки изомеризации считаются взрывоопасным, имеет класс взрывоопасной зоны В–1а – при правильной и нормальной эксплуатации взрывоопасные смеси, не зависимо от НПВ (нижний предел воспламенения), с воздухом не образуется, а возможны только в результате нарушений и аварий. Наружная аппаратура относится к взрывоопасным зонам класса В – 1г.

Помещение компрессорной и закрытой насосной по степени огнестойкости относятся ко II степени огнестойкости, так как это здания с несущими конструкциями из железобетона с применением листовых и плитных негорючих материалов [11].

10.4 Пожарная безопасность

На предприятии располагается пожарная часть, которая оснащена пожарными машинами и всем необходимым специальным оборудованием.

Имеется связь с городскими пожарными частями для их взаимодействия в случае необходимости.

На установке предусмотрено проектом монтаж автоматической установки водопенного тушения пожара (ВТП). Установка предназначена для тушения и локализации пожара в насосной и аппаратах АВЗ на постаменте №1, а также с подачей пены в лафетные стволы.

В насосной над каждым насосом расположены спринклерные головки, они также расположены и над аппаратом АВЗ.

Основным средством пожарной сигнализации является ЭПС (пожарный извещатель), который является наиболее быстрым и надёжным способом извещения о возникновении пожара.

Наружная противопожарная водопроводная сеть расположена вдоль дорог на расстоянии 5 м от установки, через каждые 100м размещены пожарные гидранты к которым можно присоединить пожарные рукава с брандспойтами и подавать струю с расходом от 15 до 50 л/с на расстояние 20 м, также установлены стационарные лафетные стволы на расстоянии не более 20 м от колонн и реакторов.

В операторной пожарные краны устанавливаются на высоте 1,35 м от пола, на лестничных клетках у входов и в коридорах. Рядом с ними расположен шкаф с пожарным рукавом. На каждое помещение приходится по два пожарных крана. Краны расположены в легко доступных и безопасных местах при пожаре.

Все средства пожаротушения в операторной расположены на видных местах, установлены знаки указывающие места расположения средств пожаротушения. Переносные огнетушители ОП – 10 и ОУ – 5 размещены на расстоянии не менее 1,2 м от проёма двери и на высоте не более 1,5 м от уровня пола [10,11].

10.5 Утилизация отходов, защита почвы от загрязнения

Твердыми отходами на установке являются катализатор гидроочистки (ГО – 70), катализатор изомеризации (I–8, I–82). В соответствии с регламентом и расчётами по технологической части проекта периодичность замены катализаторов изомеризации и гидроочистки, а следовательно и периодичность образования отходов, составляет один раз в пять лет.

Отработанный катализатор складировается в бочки и отправляется на переработку для извлечения платины и кобальта [3,10].

10.6 Охрана естественных водоемов

Информация о сточных водах взята с базового предприятия и представлена в таблице 10.6.

Таблица 10.6 – Характеристика сточных вод

Наименование стока	Количество образующихся сточных вод, м ³ /сут	Условия ликвидации, обезвреживания и утилизации	Периодичность выбросов	Установленная норма содержания загрязнений в стоках
Вода после пропарки и промывки аппаратов	290,0	Направляются на очистные сооружения	1 раз в год	
Из V–5,6 при сушке и восстановлении катализаторов	220,0	Направляются на очистные сооружения	1 раз в год	
Утечка от насосов	74,4	Направляются на очистные сооружения		Отсутствует
От мытья полов, атмосферные осадки	5,8	Направляются на очистные сооружения		Следы нефтепродукта

Сточные воды с установки каталитической изомеризации направляются на биологические очистные сооружения сточных вод НПЗ.

В настоящее время на основании анализа фактических данных базового предприятия установлено, что количество улавливаемых нефтепродуктов составляет от 0,6 до 1,5 % от перерабатываемой нефти.

Для уменьшения водопотребления на установке максимально используются аппараты воздушного охлаждения [10].

10.7 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Проблема обеспечения безопасности остается одной из главнейших актуальных тем нашего времени. Чрезвычайные ситуации могут возникать не только в военное время, но и в мирное время.

Проектируемое НПЗ – это предприятие по переработке нефти, с получением бензинов различных марок, дизельного топлива, масел, газов, мазута и гудрона. Предприятие расположено на территории Волгоградской области и занимает территорию около 300 Га. Площадка расположена примерно в 20 км южнее Волгограда. Территория предприятия расположена в лесистой местности не занятой сельскохозяйственными угодьями.

Промышленная площадка предприятия удалена от железной дороги. Возникновение аварий и ЧС при транспортировке опасных грузов не представляет особой опасности для завода.

В нашей стране, для того чтобы предотвратить или свести, последствия чрезвычайных ситуаций к минимуму принят Федеральный закон «О защите населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера», где в статье 14 указаны обязанности организаций в области защиты населения и территорий от ЧС.

Возникновение аварий и ЧС при транспортировке опасных грузов не представляет особой опасности для завода.

Предприятие расположено в сейсмически активной зоне. Последствия землетрясения будут зависеть от интенсивности выделяемой энергии и

расстояния до эпицентра землетрясения. Максимально возможная интенсивность выделяемой энергии землетрясения в районе предприятия – 6 баллов по шкале MSK.

В случае наводнения возникает опасность затопления автомагистралей с последующим нарушением транспортного сообщения, что отрицательно повлияет на работу предприятия, но не вызовет его останова.

Особую опасность для данного региона представляют лесные пожары. В результате отдаленных пожаров район предприятия может быть сильно задымлен продуктами горения.

При возможном ядерном ударе (наземном или воздушном) самым опасным, из поражающих факторов ядерного взрыва будет ударная волна. Именно ударная волна вызовет серьезные разрушения зданий и сооружений, и может остановить работу предприятия. Другой поражающий фактор – электромагнитный импульс может вывести из строя средства автоматизации, построенные на базе микропроцессоров и микроэлектроники (контроллеры, ПЭВМ), что также может парализовать работу предприятия. Остальные поражающие факторы (световое излучение, проникающая радиация и радиоактивное заражение местности) на работу оборудования не повлияют, они могут привести к ухудшению здоровья работников предприятия или даже к их гибели.

На заводе возможны аварии на коммунально–энергетических и инженерных сетях: разрушение водопроводных, тепловых и канализационных сетей и магистралей; кабельных линий, которые так же могут привести к затоплению отдельных зданий и производственных сооружений, складов, поражению людей электрическим током, возникновению очагов пожара и отравлению людей, а так же к длительному перерыву в подаче электроэнергии [12].

Источниками риска в военное время будет являться применение современных средств поражения, высокоточного ядерного, химического и бактериологического оружия.

В случае выброса химически опасных веществ в целях защиты от их негативного воздействия предусмотрены индивидуальные средства защиты (противогаз, защитные перчатки, спецодежда). Положением «Об объектовом звене предупреждения и ликвидации ЧС» определены основные задачи и порядок функционирования объектового звена предупреждения и ликвидации ЧС.

Основные задачи объектового звена:

- планировать и осуществлять необходимые меры в области защиты работников от ЧС;
- создавать и поддерживать в постоянной готовности локальные системы оповещения в ЧС;
- создавать резервы финансовых и материальных ресурсов для ликвидации ЧС;
- финансировать мероприятия по защите работников от ЧС;

– предоставлять в установленном порядке информацию в области защиты населения и территорий от ЧС, а так же оповещать работников предприятия об угрозе возникновения или возникновения ЧС.

Для обеспечения безопасности на заводе необходимо:

– систематически проводить учения и инструктаж персонала по безопасности и правилам поведения в ЧС;

– выделять предприятием финансы на приобретение новейших средств защиты от неблагоприятных факторов;

– планировать и осуществлять мероприятия по повышению устойчивости функционирования завода и обеспечению безопасности рабочих и служащих в трех режимах:

а) повседневной деятельности;

б) повышенной готовности;

в) чрезвычайных ситуациях;

– создать противорадиационные укрытия.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Спроектирована установка изомеризации производительностью 200 тыс. тонн/год. В проекте были решены следующие задачи: выбрана нефть для переработки, разработана технологическая схема по варианту «Топливная с глубокой переработкой нефти», изложено обоснование выбранной схемы, рассчитано и подобрано (из стандартных) технологическое оборудование, технико-экономическое обоснование, уделено внимание безопасности и экологичности проекта.

Все необходимые расчёты изложены в пояснительной записке, а чертежи – на графических листах.

В проекте использованы новые разработки по повышению производительности труда, повышению качества продукции, интенсификации технологического процесса, улучшению экологичности и безопасности производства, использовано непрерывное производство, как наиболее рациональное.

В целом установка жизненно необходима для нормальной работы завода, выполняет все технологические функции.

Руководствуясь всеми представленными выше показателями экономической целесообразности производства, можно говорить о том, что данная установка имеет полное право на проектирование и внедрение.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АВТ - атмосферно-вакуумная перегонка;
ВСГ - водородосодержащий газ;
ГФУ - газофракционирующая установка;
ДТ - дизельное топливо;
КПД - коэффициент полезного действия;
МЭФ - моноэтаноламин;
НПЗ - нефтеперерабатывающий завод;
ПАВ - поверхностно-активные вещества;
УВ - углеводороды;
ЧС - чрезвычайная ситуации;
ТЭС – тетраэтилсвинец;
ЭЛОУ – электрообессоливающая и обезвоживающая установка;
ИТК – истинная температура кипения;
АКМ – алюмокобальтмолибденовые;
АНМ – алюмоникельмолибденовые;
ДИГ – деизогексанизация;
ЦП – циклопентан;
МЦП – метилциклопентан;
ЦГ – циклогескан;
ШФЛУ – широкая фракция лёгких углеводородов;
ГЭС – гидроэлектростанция;
ЛВЖ – легковоспламеняющаяся жидкость;
ВТП – водопенное тушение пожаров.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Ахметов, С.А. Технология глубокой переработки нефти и газа: учебное пособие/С.А. Ахметов. – Москва: Химия, 2002. – 672 с.
- 2 Поляков, Б.В. Разработка поточной технологической схемы и материального баланса НПЗ и НХЗ на базе нефтей Восточной Сибири: учебное пособие по курсовому проектированию/Б.В, Поляков. – Красноярск: СибГТУ, 2003. – 55 с.
- 3 Технологический регламент ОАО «АНПЗ ВНК» установки изомеризации с предварительной гидроочисткой. – Введ. 19.06.2013, Ачинск. – 424 с.
- 4 Каминский, Э.Ф. Глубокая переработка нефти. Технологические и экологические аспекты: учеб.пособие для вузов/ Э.Ф. Каминский, В.А. Хавкин. - Москва: Техника, 2001. – 384 с.
- 5 Эмирджанов, Р. Т. Основы технологических расчётов в нефтепереработке и нефтехимии: учеб.пособие для вузов/Р.Т. Эмирджанов., Р.А. Лемберанский. – Москва: Химия, 1989. – 192 с.
- 6 Павлов, К.Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии: учеб.пособие для вузов/К.Ф. Павлов, П.Г. Романков, А.А. Носков. – Москва: ООО ИД «Альянс»,2006. – 576 с.
- 7 Технологические расчёты установок переработки нефти: учеб.пособие для вузов/ М.А. Танатаров. – Москва: Химия, 1987. – 352 с.
- 8 Рудин, М.Г. Проектирование нефтеперерабатывающих и нефтехимических заводов: учебник/М.Г. Рудин, Г.Ф. Смирнов. – Ленинград: Химия, 1984. – 256 с.
- 9 ГОСТ 12.4.034-85. Средства индивидуальной защиты органов дыхания. Классификация и маркировка, 2003. – 9 с.
- 10 НПБ 105-03 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожароопасной и пожарной опасности. – Введ. 01.08.2003, Москва. – 31 с.
- 11 Михайличенко, А.И. Основы проектирования химических производств: учебник для вузов/под ред. А.И. Михайличенко. – Москва: ИКЦ «Академкнига», 2005. – 332 с.
- 12 Акимов, А.В. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность в чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера: Учеб.пособие/В.А. Акимов, Ю.Л. Воробьев, М.И. Фалеев. – Москва: Абрис, 2012. – 592 с.
- 13 СанПиН 2.2.1/2.1.1.567-1200-03 Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов, 2003. – 28 с.
- 14 СТО 4.2–07–2014 Система менеджмента качества. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной деятельности. – Введ. 30.12.2013г. – Красноярск : ИПК СФУ, 2014. – 60 с.