**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение   
высшего образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ**

**ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**»

Школа: Инженерная школа природных ресурсов

Направление подготовки: Химическая технология переработки нефти и газа

Кафедра: ОХИ

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

**К курсовому проекту**

По дисциплине: **Системный анализ процессов химической технологии**

1. На тему: **Расчет календарного планирования выпуска бензинов   
   различных марок**

Выполнил: студент гр. 2Д8Б Мамец А.С. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(ФИО) (подпись)

Дата сдачи пояснительной записки преподавателю 15 апреля 2022 г.

Руководитель: к.х.н, доцент ОХИ ИШПР Чузлов В.А.

(ученая степень, должность) (ФИО)

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(Оценка руководителя) (подпись)

\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_

(Дата проверки)

Курсовую работу выполнил и защитил студент \_Мамец А.С.

(ФИО)

с оценкой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Члены комиссии: Чузлов В.А.

15 \_\_апреля\_ \_2022

(дата защиты)

Томск - 2022

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«Национальный исследовательский Томский политехнический университет»

Отделение химической инженерии ИШПР

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ООП

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_О.Е. Мойзес

«\_\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2022г.

**ЗАДАНИЕ**

на курсовое проектирование по дисциплине Системный анализ процессов химической технологии студенту группы 2Д8Б Мамец А.С.

1. Тема проекта. Расчет календарного планирования выпуска бензинов различных марок.
2. Исходные данные к проекту

Состав сырья, качественные характеристики сырья и продуктов

1. Срок сдачи проекта 15.04.2022 г.
2. Содержание пояснительной записки: Задание на курсовой проект. Введение. Актуальность процесса. Теоретические основы процесса. Технология процесса. Расчет оптимальных соотношений потоков, направляемых на смешение товарных бензинов различных марок. Расчет календарного планирования производства товарных бензинов. Оценка экономической эффективности внедрения бензина марки АИ-100-К-5.

Руководитель,

к.т.н., доц. ОХИ ИШПР В.А. Чузлов

Задание принял к исполнению А.С. Мамец

« » 2022 г.

**Исходные данные**

1. Углеводородные составы потоков, направляемых на смешение.
2. Суточная выработка компонентов (в тоннах), направляемых на смешение:

Таблица 1 – Выработка потоков для смешения

|  |
| --- |
| **Поток** |
| 8 |
| Риформат Л-35-11/600 | 216 |
| Риформат Л-35-11/1000 | 155 |
| Алкилбензин | 1058 |
| Изомеризат Изомалк-2 | 1236 |
| Изопентан | 3886 |
| ГО БКК | 1854 |
| Крекинг КТ-1 | 2095 |
| n-butane | 206 |
| Толуол концентрат | 114 |
| МТБЭ | 988 |
| АВТ-10 фр. Нк 62 | 2297 |

1. План производства товарных бензинов на 4 дня (в тоннах):

Таблица 2 – План производства

|  |
| --- |
| **Марка** |
| 8 |
| АИ-92-К5 | 24500 |
| АИ-95-К5 | 5160 |
| АИ-98-К5 | 618 |

СОДЕРЖАНИЕ

[ВВЕДЕНИЕ 4](#_Toc100679036)

[1 РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУР БЕНЗИНОВ 6](#_Toc100679037)

[1.1 Расчет соотношения потоков для бензина АИ-92 8](#_Toc100679038)

[1.2. Расчет соотношения потоков для бензина АИ-95 10](#_Toc100679039)

[1.3. Расчет соотношения потоков для бензина АИ-98 11](#_Toc100679040)

[2 РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ И ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА БЕНЗИНА АИ-100 13](#_Toc100679041)

[2.1. Разработка соотношения потоков для бензина АИ-100 13](#_Toc100679042)

[2.2. Оценка экономической эффективности производства бензина АИ-100 14](#_Toc100679043)

[ВЫВОД 15](#_Toc100679044)

# ВВЕДЕНИЕ

Бензин является наиболее популярным видом моторного топлива. На бензин приходится 23,9 % выпуска всех нефтепродуктов в стране, и его доля с каждым годом только увеличивается [1]. Однако качество бензина, производимого в России, не дотягивает до европейских стандартов.

Улучшение качества и снижение себестоимости выпускаемых топлив является одной из основных задач, стоящих перед отечественной нефтеперерабатывающей промышленностью. При производстве бензина применяются дорогостоящие компоненты (алкилат, изомеризат, изопентан, МТБЭ, толуол), их перерасход приводит к повышению стоимости бензина. Ресурсоэффективность производства бензинов достигается только за счёт правильных пропорций состава.

На производстве бензин получают двумя методами: риформингом и каталитическим крекингом. Каталитический крекинг — это термокаталитическая переработка нефтяных фракций для получения ценных продуктов. Наиболее ценным продуктом каталитического крекинга для производства бензинов является высокооктановый компонент автобензинов. Риформинг позволяет перерабатывать бензиновые и лигроиновые фракции нефти с получение ароматических соединений и высокооктановых бензинов.

Бензин производится трех основных марок: АИ-92, АИ-95 и АИ-98. Также существует топливо марки АИ-100, но его производство, как и потребление еще мало распространено из-за дорогих технологий выработки и высокой цены за литр. Буква «А» в наименовании бензина означает, что бензин автомобильный, «И» – октановое число рассчитано исследовательским методом, а число – это значение октанового числа.

Октановое число может быть определено моторным и исследовательским методом. Данные методы отличаются условиями проведения испытаний. Испытания по моторному методу проводят при более напряженном режиме работы одноцилиндровой установки, чем по исследовательскому. Поэтому октановое число, определенное моторным методом, обычно ниже октанового числа, определенного исследовательским методом. Однако нагрузки на двигатель при исследовательском методе наиболее схожи с нагрузками в условиях городской среды. Поэтому данный метод является показательным при определении марки бензина.

Помимо октанового числа к топливам предъявляется множество требований. Основным требованием, предъявляемым к топливам, является повышенная теплота сгорания на единицу объема. Состав горючего ограничивается такими свойствами, как вязкость, испаряемость или чувствительность к детонации, давленые насыщенных паров. С другой стороны, топливо должно удовлетворять экологическим и экономическим требованиям. Оно должно соответствовать требованиям по содержанию серы, ароматических соединений, нафтенов, олефинов и бензола. При сочетании этих требований топливная композиция считается оптимальной, даже если ее энергоемкость невелика. Поэтому создание новых топливных композиций, обладающих более высокой энегоемкостью по сравнению с существующими и в тоже время удовлетворяющих всем остальным требования ГОСТ, является приоритетным направлением научной деятельности.

Целью данной работы является разработка рецептур всех наиболее известных марок бензинов, с учетом объема производимых компонентов для смешения и плана выработки каждой марки бензина. Также необходимо провести экономическую целесообразность производства и внедрения бензина марки АИ-100.

# 1 РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУР БЕНЗИНОВ

Перед началом разработки рецептур бензинов различных марок ознакомились с номенклатурой потоков, вовлекаемых в процесс компаундирования автомобильных бензинов (Таблица 3).

Таблица 3 – Номенклатура потоков смешения

|  |  |
| --- | --- |
| **Наименование потока** | **Расшифровка** |
| 1. Риформат Л-35-11/600 | Продукт установки каталитического риформинга со стационарным слоем катализатора |
| 1. Риформат Л-35-11/1000 | Продукт установки каталитического риформинга с движущимся слоем катализатора |
| 1. Алкилбензин | Продукт установки алкилирования изобутана олефинами |
| 1. Изомеризат Изомалк-2 | Поток изомеризата с установки изомеризации «Изомалк-2» с рециклом по н-пентану и н-гексану |
| 1. Изопентан | Поток изопентановой фракции с ГФУ (газофракционирующая установка) |
| 1. ГО БКК | Поток гидроочищенного бензина каталитического крекинга |
| 1. Крекинг КТ-1 | Поток бензина каталитического крекинга |
| 1. n-butane | Поток нормального бутана с ГФУ (газофракционирующая установка) |
| 1. Толуол концентрат | Толуольная фракция с комплекса производства ароматических углеводородов |
| 1. МТБЭ | Поток метил-третбутилового эфира |
| 1. АВТ-10 фр. Нк 62 | Прямогонная бензиновая фракция НК-62°С с атмосферно-вакуумной трубчатой установки |

Ознакомившись со всеми потоками определили свойства каждого из них с использованием компьютерной моделирующей системы «Compounding», задав 100%-ное содержание определяемого потока в смеси. Результаты представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Свойства потоков смешения

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметр | МТБЭ | n-butane | АВТ-10 фр. Нк 62 | Алкил  бензин | ГО БКК | Изомеризат Изомалк-2 | Изопентан | Крекинг КТ-1 | Риформат Л-35-11/600 | Риформат Л-35-11/1000 | Толуол концентрат |
| ОЧИ | 124,56 | 93,6 | 59,3 | 96,62 | 89,19 | 92,72 | 91,47 | 91,01 | 93,61 | 103,05 | 117 |
| ОЧМ | 109,67 | 90,05 | 54,86 | 93,97 | 80,59 | 89,87 | 89,33 | 82,86 | 86,76 | 93,4 | 104 |
| ДНП потока | 40,7 | 351,94 | 34,24 | 46,45 | 54,77 | 66,13 | 140,64 | 71,15 | 68,08 | 25,55 | 7,15 |
| Плотность потока, кг/м3 | 717,51 | 562,04 | 716,27 | 678,61 | 722,36 | 638,56 | 601,98 | 741,4 | 714,25 | 813,81 | 854,69 |
| Вязкость потока, c\*Па | 26,06 | 16,06 | 41,69 | 35,42 | 42,11 | 29,82 | 18,44 | 49,32 | 39,99 | 52,19 | 47 |
| Н-парафины, %мас | 0,0877 | 98,6955 | 25,1007 | 5,122 | 4,447 | 0,81 | 5,206 | 4,5977 | 5,9826 | 6,4 | 0 |
| Изо-парафины, %мас | 0,6266 | 0,6266 | 28,5302 | 94,877 | 31,361 | 93,7362 | 94,794 | 31,0252 | 46,5872 | 12,9999 | 0 |
| Нафтены, %мас | 0,0905 | 0,0905 | 41,4555 | 0 | 13,412 | 5,38 | 0 | 10,1039 | 6,8789 | 1 | 0 |
| Олефины, %мас | 0,1437 | 0,1437 | 0,026 | 0 | 26,867 | 0 | 0 | 19,7866 | 11,1115 | 0 | 0 |
| Бензол, %мас | 0 | 0 | 0,3 | 0 | 0,7 | 0 | 0 | 0,7 | 0,7 | 2 | 0 |
| Ароматика, %мас | 0,4255 | 0,4255 | 5,0433 | 0 | 23,769 | 0 | 0 | 34,4838 | 28,1527 | 79,3 | 100 |
| Сера, %мас | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,001 | 0 | 0 | 0,005 | 0,0011 | 0 | 0 |

Все получаемые моторные топлива должны соответствовать по качеству требованиям ГОСТ 32513-2013. Приведем наиболее важные требования качества, на которые будем ориентироваться при составлении рецептур в таблице 5, ориентируясь на показатели для экологического класса К5.

Таблица 5 – Требования по качеству бензина

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Показатель | Значение | | |
| АИ-92 | АИ-95 | АИ-98 |
| ОЧИ | 92 | 95 | 98 |
| Ароматические углеводороды, %, не более | 35 | 35 | 35 |
| Бензол, %, не более | 1 | 1 | 1 |
| Сера, мг/кг, не более | 10 | 10 | 10 |
| Олефины, %, не более | 18 | 18 | 18 |
| ДНП, кПа | 35-100 | 35-100 | 35-100 |

Изучив свойства каждого потока и критерии качества приступили к поиску рецептуры бензинов марок: АИ-92, АИ-95, АИ-98, АИ-100.

## 1.1 Расчет соотношения потоков для бензина АИ-92

Было найдено 3 варианта рецептур для каждой марки бензина. Результаты расчетов для АИ-92 представлены в таблице 6. Масса каждого задействованного потока определена исходя из плана производства. Для достижения требуемого объема выработки топлива предполагается каждый день производить равное количество бензина. Следовательно, суточная выработка бензина данной марки равняется:

24500/4=6125 тонн/день

Таблица 6 – Рецептура бензина АИ-92

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Поток смешения | 1 вариант | | 2 вариант | | 3 вариант | |
| % | тонны | % | тонны | % | тонны |
| МТБЭ | 0,33 | 20,21 | 0,30 | 18,38 | 0,33 | 20,21 |
| АВТ-10 фр.нк.62 | 1,30 | 79,63 | 1,20 | 73,50 | 1,30 | 79,63 |
| Алкилбензин | 4,55 | 278,69 | 4,10 | 251,13 | 4,55 | 278,69 |
| ГО БКК | 31,66 | 1939,18 | 26,10 | 1598,63 | 30,26 | 1853,43 |
| Изомеризат Изомалк-2 | 13,42 | 821,98 | 14,00 | 857,50 | 14,42 | 883,23 |
| Изопентан | 1,30 | 79,63 | 9,00 | 551,25 | 1,30 | 79,63 |
| Крекинг KT-1 | 28,00 | 1715,00 | 25,20 | 1543,50 | 28,00 | 1715,00 |
| nButane | 0,88 | 53,90 | 1,00 | 61,25 | 0,88 | 53,90 |
| Риформат Л-35-11-600 | 6,10 | 373,63 | 6,50 | 398,13 | 6,10 | 373,63 |
| Риформат Л-35-11-1000 | 11,80 | 722,75 | 12,00 | 735,00 | 12,20 | 747,25 |
| Толуол концентрат | 0,66 | 40,43 | 0,60 | 36,75 | 0,66 | 40,43 |
| Сумма | 100 | 6125 | 100 | 6125 | 100 | 6125 |

Для каждого варианта соотношений потоков были найдены физико-химические свойства и рассчитаны критерии оптимальности. Физико-химические свойства получившихся топлив представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Физико-химические свойства бензина АИ-92

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Параметр | 1 вариант | 2 вариант | 3 вариант |
| ОЧИ | 92,04 | 92,32 | 92,14 |
| ОЧМ | 84,65 | 85,43 | 84,8 |
| ДНП потока | 60,81 | 68,16 | 60,82 |
| Плотность потока, кг/м3 | 725,8 | 715,81 | 725,33 |
| Вязкость потока, c\*Па | 43,03 | 40,97 | 42,95 |
| Н-парафины, %мас | 5,7005 | 5,8563 | 5,6721 |
| Изо-парафины, %мас | 40,0989 | 44,9948 | 40,6491 |
| Нафтены, %мас | 8,5504 | 7,5201 | 8,4207 |
| Олефины, %мас | 14,0468 | 11,9988 | 13,6707 |
| Бензол, %мас | 0,9 | 0,8 | 0,9 |
| Ароматика, %мас | 31,0714 | 29,1274 | 31,0557 |
| Сера, %мас | 0,0017 | 0,0015 | 0,0017 |

Расчет критерия оптимальности велся по следующей формуле:

где – общий критерий оптимальности; i – номер показателя качества товарного бензина; n – число показателей качества; – расчетное значение показателя качества; – требуемое значение показателя качества (в соответствии с ГОСТ).

При расчете значения учитывались такие параметры как:

* Требуемый объем выпуска бензина данной марки;
* ИОЧ бензина;
* Содержание ароматических углеводородов;
* Содержание бензола;
* Содержание олефиновых углеводородов;
* Содержание общей серы.

Значения критерия оптимальности и его составляющих представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Расчет критерия оптимальности для АИ-92

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Параметр | 1 вариант | 2 вариант | 3 вариант |
| Требуемый объем выпуска | 0 | 0 | 0 |
| ОЧИ | 0,001 | 0,001 | 0,001 |
| ДНП | 0,154 | 0,101 | 0,154 |
| Олефины | 0,048 | 0,111 | 0,058 |
| Бензол | 0,010 | 0,040 | 0,010 |
| Ароматические углеводороды | 0,013 | 0,028 | 0,013 |
| Сера | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| Общий критерий оптимальности | 1,225 | 1,281 | 1,235 |

Исходя из рассчитанных критериев оптимальности можно сделать вывод, что наиболее удачным соотношением является первое.

## 1.2. Расчет соотношения потоков для бензина АИ-95

Результаты расчетов для АИ-95 представлены в таблице 9. Суточная выработка бензина данной марки исходя из плана равняется:

5160/4=1290 тонн/день

Таблица 9 – Рецептура бензина АИ-95

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Поток смешения | 1 вариант | | 2 вариант | | 3 вариант | |
| % | тонны | % | тонны | % | тонны |
| МТБЭ | 1,40 | 18,06 | 1,40 | 18,06 | 1,30 | 16,77 |
| АВТ-10 фр.нк.62 | 1,00 | 12,9 | 1,00 | 12,90 | 1,00 | 12,90 |
| Алкилбензин | 7,60 | 98,04 | 7,40 | 95,46 | 7,50 | 96,75 |
| ГО БКК | 15,00 | 193,5 | 15,00 | 193,50 | 15,00 | 193,50 |
| Изомеризат Изомалк-2 | 14,60 | 188,34 | 14,80 | 190,92 | 14,80 | 190,92 |
| Изопентан | 12,20 | 157,38 | 16,00 | 206,40 | 16,00 | 206,40 |
| Крекинг KT-1 | 8,15 | 105,135 | 8,15 | 105,14 | 8,15 | 105,14 |
| nButane | 2,45 | 31,605 | 2,45 | 31,61 | 2,45 | 31,61 |
| Риформат Л-35-11-600 | 10,00 | 129 | 9,00 | 116,10 | 8,50 | 109,65 |
| Риформат Л-35-11-1000 | 26,00 | 335,4 | 23,00 | 296,70 | 23,50 | 303,15 |
| Толуол концентрат | 1,60 | 20,64 | 1,80 | 23,22 | 1,80 | 23,22 |
| Сумма | 100 | 1290 | 100 | 1290 | 100 | 1290 |

Физико-химические свойства получившихся соотношений представлены в таблице 10, а расчет критерия оптимальности в таблице 11.

Таблица 10 – Физико-химические свойства бензина АИ-95

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Параметр | 1 вариант | 2 вариант | 3 вариант |
| ОЧИ | 95,27 | 95 | 95,01 |
| ОЧМ | 88,58 | 88,57 | 88,58 |
| ДНП потока | 69,25 | 73,62 | 73,57 |
| Плотность потока, кг/м3 | 719,99 | 712,4 | 712,6 |
| Вязкость потока, c\*Па | 39,71 | 38,47 | 38,51 |
| Н-парафины, %мас | 7,5893 | 7,4825 | 7,4676 |
| Изо-парафины, %мас | 45,7352 | 48,7075 | 48,7486 |
| Нафтены, %мас | 4,4534 | 4,4183 | 4,4153 |
| Олефины, %мас | 5,6424 | 5,6424 | 5,6424 |
| Бензол, %мас | 1 | 0,9 | 0,9 |
| Ароматика, %мас | 34,8862 | 32,083 | 32,1675 |
| Сера, %мас | 0,0006 | 0,0006 | 0,0006 |

Таблица 11– Расчет критерия оптимальности для АИ-95

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Параметр | 1 вариант | 2 вариант | 3 вариант |
| Требуемый объем выпуска | 0 | 0 | 0 |
| ОЧИ | 0 | 0 | 0 |
| ДНП | 0,095 | 0,070 | 0,070 |
| Олефины | 0,471 | 0,471 | 0,471 |
| Бензол | 0 | 0,010 | 0,010 |
| Ароматические углеводороды | 0 | 0,007 | 0,007 |
| Сера | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| Общий критерий оптимальности | 1,5658 | 1,5577 | 1,5576 |

Исходя из рассчитанных критериев оптимальности можно сделать вывод, что наиболее удачным соотношением является третье.

## 1.3. Расчет соотношения потоков для бензина АИ-98

Результаты расчетов для АИ-98 представлены в таблице 12. Суточная выработка бензина данной марки исходя из плана равняется:

618/4=154,5 тонн/день

Таблица 12 – Рецептура бензина АИ-98

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Поток смешения | 1 вариант | | 2 вариант | | 3 вариант | |
| % | тонны | % | тонны | % | тонны |
| МТБЭ | 9,50 | 14,68 | 9,50 | 14,68 | 9,50 | 14,68 |
| АВТ-10 фр.нк.62 | 1,00 | 1,55 | 1,00 | 1,55 | 1,00 | 1,55 |
| Алкилбензин | 9,00 | 13,91 | 9,00 | 13,91 | 8,80 | 13,60 |
| ГО БКК | 9,40 | 14,52 | 10,10 | 15,60 | 10,20 | 15,76 |
| Изомеризат Изомалк-2 | 14,60 | 22,56 | 14,00 | 21,63 | 14,20 | 21,94 |
| Изопентан | 12,20 | 18,85 | 12,20 | 18,85 | 12,20 | 18,85 |
| Крекинг KT-1 | 4,55 | 7,03 | 4,45 | 6,88 | 4,35 | 6,72 |
| nButane | 4,00 | 6,18 | 4,00 | 6,18 | 4,00 | 6,18 |
| Риформат Л-35-11-600 | 11,00 | 17,00 | 11,00 | 17,00 | 11,00 | 17,00 |
| Риформат Л-35-11-1000 | 23,00 | 35,54 | 23,00 | 35,54 | 23,00 | 35,54 |
| Толуол концентрат | 1,75 | 2,70 | 1,75 | 2,70 | 1,75 | 2,70 |
| Сумма | 100 | 154,5 | 100 | 154,5 | 100 | 154,5 |

Физико-химические свойства получившихся соотношений представлены в таблице 13, а расчет критерия оптимальности в таблице 14.

Таблица 13 – Физико-химические свойства бензина АИ-98

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Параметр | 1 вариант | 2 вариант | 3 вариант |
| ОЧИ | 98,09 | 98,05 | 98,04 |
| ОЧМ | 91,06 | 90,98 | 90,97 |
| ДНП потока | 74,01 | 73,93 | 73,95 |
| Плотность потока, кг/м3 | 713,69 | 714,17 | 714,08 |
| Вязкость потока, c\*Па | 37,38 | 37,44 | 37,42 |
| Н-парафины, %мас | 8,7086 | 8,73 | 8,7215 |
| Изо-парафины, %мас | 44,0376 | 43,6636 | 43,6618 |
| Нафтены, %мас | 3,3243 | 3,3758 | 3,3898 |
| Олефины, %мас | 3,4261 | 3,5943 | 3,6014 |
| Бензол, %мас | 0,9 | 0,9 | 0,9 |
| Ароматика, %мас | 30,7089 | 30,8407 | 30,8303 |
| Сера, %мас | 0,0003 | 0,0003 | 0,0003 |

Таблица 14– Расчет критерия оптимальности для АИ-98

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Параметр | 1 вариант | 2 вариант | 3 вариант |
| Требуемый объем выпуска | 0 | 0 | 0 |
| ОЧИ | 0 | 0 | 0 |
| ДНП | 0,07 | 0,07 | 0,07 |
| Олефины | 0,66 | 0,64 | 0,64 |
| Бензол | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Ароматические углеводороды | 0,02 | 0,01 | 0,01 |
| Сера | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Общий критерий оптимальности | 1,748 | 1,733 | 1,732 |

Исходя из рассчитанных критериев оптимальности можно сделать вывод, что наиболее удачным является третье соотношение.

# 2 РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ И ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА БЕНЗИНА АИ-100

## 2.1. Разработка соотношения потоков для бензина АИ-100

Перед поиском соотношения компонентов для АИ-100-К5 ознакомились с требованиями по качеству, предъявляемыми к данной марки бензина. Они схожи требованиями, представленными в таблице 5, за исключением октанового числа, рассчитанного исследовательским методом, которое равняется 100. Соотношение потоков для данной марки бензина представлены в таблице 15, а физико-химические свойства в таблице 16.

Таблица 15 – Рецептура бензина АИ-100

|  |  |
| --- | --- |
| Поток смешения | % |
| МТБЭ | 14,00 |
| АВТ-10 фр.нк.62 | 0,60 |
| Алкилбензин | 9,30 |
| ГО БКК | 6,50 |
| Изомеризат Изомалк-2 | 14,55 |
| Изопентан | 12,60 |
| Крекинг KT-1 | 1,00 |
| nButane | 4,00 |
| Риформат Л-35-11-600 | 11,50 |
| Риформат Л-35-11-1000 | 23,50 |
| Толуол концентрат | 2,45 |

Таблица 16 – Физико-химические свойства бензина АИ-100

|  |  |
| --- | --- |
| Параметр | Значение |
| ОЧИ | 100,13 |
| ОЧМ | 92,79 |
| ДНП потока | 72,82 |
| Плотность потока, кг/м3 | 713,86 |
| Вязкость потока, c\*Па | 36,38 |
| Н-парафины, %мас | 8,4359 |
| Изо-парафины, %мас | 42,7136 |
| Нафтены, %мас | 2,4208 |
| Олефины, %мас | 1,9443 |
| Бензол, %мас | 0,9 |
| Ароматика, %мас | 30,1836 |
| Сера, %мас | 0,0001 |

Значение всех параметров соответствуют критериям качества.

## 2.2. Оценка экономической эффективности производства бензина АИ-100

Объем производства всех марок бензинов рассчитывался из плана производства на 4 дня, представленного в таблице 2. Однако суточной выработки компонентов смешения хватает для того, чтобы увеличить объем производства. Поэтому было найдено оптимальный объем выработки каждой марки бензина, дающий наибольшую прибыль. Расчет представлен в таблице 17.

Таблица 17 – Объемы производства

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Потоки смешения | Соотношения потоков, % | | | Расход, т/сут. | Выработка компонента, т/сут. | Остаток, т/сут. |
| 92 | 95 | 98 |
| МТБЭ | 0,33 | 1,30 | 9,50 | 98,695 | 155 | 56,305 |
| АВТ-10 фр.нк.62 | 1,30 | 1,00 | 1,00 | 113,95 | 114 | 0,05 |
| Алкилбензин | 4,55 | 7,50 | 8,80 | 515,325 | 1058 | 542,675 |
| ГО БКК | 31,66 | 15,00 | 10,20 | 2493,89 | 3886 | 1392,11 |
| Изомеризат Изомалк-2 | 13,42 | 14,80 | 14,20 | 1296,43 | 1854 | 557,57 |
| Изопентан | 1,30 | 16,00 | 12,20 | 507,45 | 1236 | 728,55 |
| Крекинг KT-1 | 28,00 | 8,15 | 4,35 | 2067,125 | 2095 | 27,875 |
| nButane | 0,88 | 2,45 | 4,00 | 133,645 | 206 | 72,355 |
| Риформат Л-35-11-600 | 6,10 | 8,50 | 11,00 | 651,9 | 998 | 346,1 |
| Риформат Л-35-11-1000 | 11,80 | 23,50 | 23,00 | 1428,45 | 2297 | 868,55 |
| Толуол концентрат | 0,66 | 1,80 | 1,75 | 93,14 | 216 | 122,86 |
| Объем производства, т/сут. | 6650 | 2250 | 500 |  |  |  |
| Объем производства за 4 дня, тонн | 26600 | 9000 | 2000 |  |  |  |

Оценим экономическую эффективность внедрение в производство бензина марки АИ-100 за счет уменьшения объема выпуска бензинов марок АИ-92 и АИ-95. Расчет будем вести исходя из средних по рынку цен за тонну бензина, а также учитывая, что АИ-100-К 5 дороже АИ-95-К-5 на 6450 руб./т, а АИ-95-К-5 дороже АИ-92-К-5 на 1100 руб./т.

Таблица 18 – Расчет прибыли от внедрения бензина АИ-100

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Марка бензина | АИ-92 | АИ-95 | АИ-98 | АИ-100 | Выручка, руб. |
| Цена, руб./т | 61000 | 62100 | 65950 | 68550 |
| Объем производства, т | 6650 | 2250 | 500 | 0 | 578 350 000 |
|  | 6500 | 2250,00 | 500,00 | 330,00 | 591 821 500 |
|  | 6350 | 2250,00 | 500,00 | 405,00 | 587 812 750 |
|  | 6125 | 2250,00 | 500,00 | 410,00 | 574 430 500 |
|  | 6650 | 2100,00 | 500,00 | 250,00 | 586 172 500 |
|  | 6650 | 1950,00 | 500,00 | 430,00 | 589 196 500 |
|  | 6650 | 1800,00 | 500,00 | 440,00 | 580 567 000 |
|  | 6650 | 1650,00 | 500,00 | 455,00 | 572 280 250 |
|  | 6320 | 2140,00 | 500,00 | 420,00 | 580 180 000 |
|  | 5700 | 1930,00 | 500,00 | 450,00 | 531 375 500 |
|  | 6500 | 2140,00 | 500,00 | 415,00 | 590 817 250 |

Исходя из таблицы 18 видно, что объемы производства, представленные в таблице 17, являются более экономически выгодными, чем те, что представлены в задании.

Для нахождения оптимального объема производства всех потоков уменьшался объем производства сначала АИ-92, потом АИ-95 на 150 тонн в сутки. Оставшееся сырье шло на производство АИ-100. Одновременное уменьшение объемов производства АИ-92 и АИ-95 на 5% и на 10% не показало результата.

Наибольшая выручка может быть получена при сокращении производства АИ-92 на 150 тонн в сутки, что составляет 2,26% от первоначального объема производства этой марки бензина. Выручка будет выше базовой на 13 471 500 рублей. Данному сценарию соответствуют следующие объемы производства:

* АИ-92 – 6500 тонн в сутки;
* АИ-95 – 2250 тонн в сутки;
* АИ-98 – 500 тонн в сутки;
* АИ-100 – 330 тонн в сутки.

В результате производства всех марок бензинов выполняется четырехдневный план по объему производства. За 4 дня будет произведено:

* 26000 тонн бензина АИ-92;
* 9000 тонн бензина АИ-95;
* 2000 тонн бензина АИ-98;
* 1320 тонн бензина АИ-95.

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения курсового проекта было найдено соотношение компонентов смешения для получения бензинов различных марок, соответствующих требованиям ГОСТ 32513-2013; найдены физико-химические характеристики компонентов смешения и полученных бензинов; рассчитан критерий эффективности для всех вариантов смешения, на основании которого выбран лучший вариант.

Исходя из суточной выработки компонентов был выбран оптимальный объем производства основных марок бензина. В результате чего был выполнен четырехдневный план производства бензинов и получена максимальная выручка – 576 350 000 рублей в сутки.

Была проведена экономическая оценка внедрения в производство бензина АИ-100. Исследование показало, что производство бензина АИ-100 целесообразно и может увеличить выручку на 13 471 500 рублей.

# СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Российская нефтепереработка на современном этапе развития // Нефтегазовая вертикаль URL: http://www.ngv.ru/magazines/article/rossiyskaya-neftepererabotka-na-sovremennom-etape-razv (дата обращения: 30.03.2022)
2. Иванчина Э.Д., Долганов И.М., Чузлов В.А. и др. Компьютерная система календарного планирования бензинов различных марок // Нефтепереработка и нефтехимия. Научно-технический опыт. ISSN: 0233-5727. - 2016. - №8. - С. 3-9.
3. Установка каталитического риформинга // ПроНПЗ URL: <https://pronpz.ru/ustanovki/kat-riforming.html> (дата обращения: 31.03.2022)
4. Установка каталитического крекинга // ПроНПЗ URL: <https://pronpz.ru/ustanovki/kat-riforming.html> (дата обращения: 31.03.2022)
5. ГОСТ 511-2013 Топливо для двигателей. Моторный метод расчета октанового числа // Техэксперт URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200128310> (дата обращения 01.04.2022)
6. ГОСТ 8226-2015 Топливо для двигателей. Исследовательский метод расчета октанового числа // Техэксперт URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200128311> (дата обращения 01.04.2022)
7. ГОСТ 32513-2013 Топлива моторные. Бензин не этилированный // Техэксперт URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200108179> (дата обращения 01.04.2022)
8. Цены на нефтепродукты // Oil resurs URL: https://oilresurs.ru/news/news-fuel-offers-2021-10-18/ (дата обращения 01.04.2022)