

Оглавление

Введение.....	9
1.Литературный обзор	10
1.1 Свойства бензинов	10
1.2 Классификация автомобильных бензинов	14
1.3 Присадки и добавки	18
1.4 Технология смешения и оборудование	21
2.Практическая часть	23
2.1 Сравнение расчетных параметров получаемых рецептур с фактическими данными.	23
2.2 Определение оптимальных рецептур с точки зрения экономической эффективности.	27
2.3. Применение программного комплекса для решения задачи превращения некондиционного объема бензина в товарный продукт.	31
2.4 Расчет смесителя с мешалкой для процесса компаундирования.	36
3.Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	39
4. Социальная ответственность	54
Заключение	72
Список использованных источников	73

Введение

В Российской Федерации, также, как и во всем мире, производство нефтепродуктов на промышленных предприятиях, состоит из нескольких основных, последовательных этапов, таких как: первичная, вторичная переработка нефти и финальным процессом является процесс компаундирования. Прямая перегонка или первичная переработка — это разделение нефти на отдельные части (фракции) по температурам кипения при нагреве в атмосферных или вакуумных ректификационных колоннах. Так получают бензиновые, дизельные, керосиновые, лигроиновые фракции, которые далее используются при производстве различных марок моторных топлив. Вторичная переработка (деструктивные процессы от лат. *destructio* — нарушение, разрушение структуры) меняет химические свойства и структуру углеводородов, входящих в состав исходного сырья.

Все вышеперечисленные процессы позволяют увеличить выход светлых фракций из нефти до 60%. Компаундирование прямогонных фракций с продуктами вторичных процессов нефтепереработки и различными присадками, является конечным процессом производства дизельных топлив и товарных автомобильных бензинов. Цель дипломной работы – изучить процесс компаундирования как процесс получения товарных продуктов из нефти и с помощью специального программного обеспечения, рассчитать оптимальные, по экономическим параметрам, составы моторные топлива, удовлетворяющие стандарту Евро-5 и российским ГОСТам.

1. Литературный обзор

1.1 Свойства бензинов

Требования, предъявляемые к качеству топлива

При эксплуатации и хранении к моторным топливам предъявляются множество требований.

Высочайшие термодинамические и энергетические характеристики продуктов при сгорании. При сгорании топлив - должно выделиться максимум тепла, продукты горения должны иметь малую молекулярную массу, низкую теплопроводность теплоёмкость, большое значение произведения удельной газовой постоянной на температуру сгорания. Большое значение RT нужно получать с помощью роста температуры.

Наилучшая прокачиваемость. Бензины и другие моторные топлива должны беспрепятственно двигаться по топливной системе автомобиля, трубопроводам, насосам, системам регулирования и т.д. при различных условиях окружающей среды – низкой и высокой температуре, разных давлениях, влажности и запыленности.

Во время транспортировки и хранения испаряемость паров должно быть как можно более низким. Во время эксплуатации двигателей бензины должны обладать такой испаряемостью, чтобы обеспечивать надёжное воспламенение и горение топлива с наивысшей скоростью в двигателе автомобиля.

Наименьшая коррозионная активность. Топливо не должно иметь в своем составе компоненты, способные нарушать целостность конструкционных материалов двигателя.

Высокая стабильность в условиях хранения и применения. Топлива в течение длительного времени не должны изменять физико-химические и эксплуатационные свойства.

Не токсичность. Продукты сгорания также должны быть нетоксичными.

Свойства автомобильных бензинов.

Бензины выкипают при температуре, которая находится в интервале температур, которая составляет 28-2150 градусов Цельсия и предназначены для использования в двигателях внутреннего сгорания с принудительным воспламенением. Бензины разделяются на авиационные и автомобильные, в зависимости от применения

Давление насыщенных паров является одним из основных показателей бензина, также учитываются детонационная стойкость, фракционный состав, давление насыщенных паров, химическая стабильность и тд. Ужесточение в последние годы экологических требований к качеству нефтяных топлив ограничило содержание в бензинах ароматических углеводородов и сернистых соединений соответственно до 35 и 0,001 массовых процентов.

Детонационная стойкость

Детонация возникает тогда, когда скорость распространения пламени в двигателе достигает 1500-2500 м/с, вместо обычных 20 – 30 м/с. В результате резкого перепада давления возникает детонационная волна, которая нарушает режим работы двигателя, что приводит к перерасходу топлива, уменьшению мощности, перегреву двигателя, к прогару поршней и выхлопных клапанов.

Октановое число (ОЧ)

Октановым числом является показатель, которым характеризуют способность бензинов противостоять детонации и соответствующий численно детонационной стойкости стандартной смеси нормального-гептана и изооктана.

ОЧ изооктана приняли равным ста, а н-гептана нулю. Для всех автомобильных бензинов, за исключением А-76 октановое число можно измерить двумя методами: моторным и исследовательским. ОЧ измеряется с помощью специальных аппаратов, которые сравнивают характеристики горения различных топлив с эталонными смесями нормального-гептана и

изооктана. Исследования совершают в двух режимах: мягком и жестком. Таким образом получают ОЧ и ОЧМ. Разность между ОЧМ и ОЧИ называют чувствительность - она характеризует степень пригодности бензина к разным рабочим условиям двигателя. Разность ОЧИ и ОЧМ называется ОИ и приравнивается к дорожному октановому числу.

Во время производства различных марок бензинов, смешиванием фракций от разных производств, важнейшее значение имеют ОЧ смешения, отличающиеся от расчётных значений ОЧ. Октановые числа сравнений зависят от состава нефтяного сырья, и т.д.. У предельных углеводородов октановое число смешения выше действительного на четыре пункта, у ароматических углеводородов зависимость довольно сложная. Разница может быть довольно существенна и превышать двадцать пунктов. ОЧ смешивания важно учитывать также и при добавлении в бензин оксигенатов.

Фракционный состав (ФС)

Фракционный состав моторных топлив характеризует летучесть (испаряемость), от неё напрямую зависит запуск двигателей автомобилей, а также распределяемость топлива по цилиндрам двигателей, экономичность и полнота сгорания. Испаряемость определяется при температурах перегонки 90, 50, 10 % (об.) выкипания фракций бензина. Температура выкипания десяти процентов топлива характеризует пусковые свойства. Если температура меньше предельного значения то в системах питания двигателей образуются паровые пробки, если температуры выше, то запуск двигателя затрудняется. Так, например, в США пусковые свойства двигателей характеризуют количеством топлива, выкипающим до температуры 70 градусов Цельсия. Температура выкипания 50 процентов топлива характеризует равномерность распределения топлива по цилиндрам и скорость перехода двигателей с одного режима работы на другой. Температура выкипания девяноста процентов топливных фракций и температура конца кипения, оказывают влияние на полноту сгорания бензина, его расход, и на нагарообразование в камере

сгорания в цилиндрах двигателей. По ГОСТ Р 51105-97, действующему с 1.1.99 г., фракционный состав бензинов определяется при температурах выкипания 70, 100 и 180 градусов Цельсия.

Давление насыщенных паров (ДНП)

Давление насыщенных паров дает нам представление об активности испарения бензинов, и о вероятности образования газовых пробок в системах двигателей. Чем больше давление насыщенных паров бензинов, тем больше его испаряемость. По фракционному составу бензинов определяют индекс испаряемости.

Топливо, применяемое в летнее время года, должно иметь меньшее давление насыщенных паров. Чтобы обеспечить требуемые пусковые свойства товарных топлив, в их составы включают лёгкие компоненты: изомеризаты, алкилаты, бутановую фракцию, фр. н.к. – 62 .

Химическая стабильность (ХС)

При хранении, транспортировке и эксплуатации моторных топлив могут происходить изменения их химического состава, которые происходят из-за реакций полимеризации и окисления. Реакции окисления приводят к снижению ОЧ бензинов и увеличению их склонности к нагарообразованию. Для оценки химической стабильности используется показатель содержания фактических смол, индукционного времени окисления.

Содержание сернистых и ароматических соединений

Среди углеводородов, имеющих в своем составе ароматические кольца наиболее опасными для здоровья и жизни человека являются бензол и полициклические углеводороды. Их токсическое действие объясняется возможностью его окисления в организме человека. В связи с этим в последних нормативных документах ограничено допустимое содержание серы, бензола и ароматических соединений в бензинах.

1.2 Классификация автомобильных бензинов

В данный момент существует множество способов классификации автомобильных топлив. В основном бензины группируют по: фракционному составу, испаряемости, по показателям ОЧ.

Классификация по испаряемости

В разных климатических районах применяют пять различных классов автомобильных бензинов. (см. табл. 1.1). Так наряду с определяем температур перегонки при заданных объёмах, предусматриваются и определенные объёмы испаряющегося бензина при заданных температурах. Также был введен показатель - индекс испаряемости. По индексу испаряемости определяют испаряемость бензинов и их склонность к образованию паровых пробок при определённых сочетаниях давлений насыщенного пара и объёмов испарившихся бензинов при температуре 70 градусов Цельсия. Индекс испаряемости рассчитывают по следующей формуле:

$$ИИ = 10 * ДНП + 7 * V_{70},$$

где ДНП – это давление насыщенных паров, кПа; V_{70} – объём испаряющегося топлива при 70 градусах цельсия, %.

Автомобильное топливо делится, в зависимости от фракционного состава на летние и зимние: у зимнего топлива температура выкипания меньше, чем у летнего, что значительно упрощает пуск двигателя при низкой температуре и понижает риск образования паровых пробок в теплые времена года, в случае использования летних видов топлив.

Классификация по ОЧ (октановому числу)

В зависимости от ОЧИ установлено 4 марки бензинов: «Нормаль-80», «Регуляр-92», «Премиум-95» и «Супер-98» (см. табл. 1.2). Бензин «Нормаль-80» используется грузовыми автомобилями вместе с топливом марки АИ-80. Топливо марки «Регуляр-92» предназначено для использования автомобилями вместо этилированного А-93. Моторное топливо марки «Премиум-95» и

«Супер-98» полностью отвечает европейским требованиям и конкурентоспособно на нефтяных рынках и предназначено по большей части для иностранных автомобилей.

Таблица 2 - Классификация автомобильных бензинов по ОЧ

Метод исследования	Марки			
	"Нормаль-80"	"Регуляр-92"	"Премиум-95"	"Супер-98"
Октановое число, не менее:				
ОЧМ	76,0	83,0	85,0	88,0
ОЧИ	80,0	92,0	95,0	98,0

Характеристики автомобильных бензинов. Нормы и требования к их качеству.
Средние компоненты состава

Все бензины, вырабатываемые по ГОСТ 32513-2013, в зависимости от показателей испаряемости делят на летние и зимние. Зимние бензины предназначены для применения в северных и северо-восточных районах в течение всех сезонов и в остальных районах с 1 октября до 1 апреля. Летние — для применения во всех районах кроме северных и северо-восточных в период с 1 апреля по 1 октября; в южных районах допускается применять летний бензин в течение всех сезонов.

По составу автомобильные бензины представляют собой смесь продуктов, получаемых в результате различных технологических производств: каталитического риформинга, прямой перегонки нефти, гидрокрекинга вакуумного газойля и каталитического крекинга, изомеризации прямогонных фракций, ароматизации термического крекинга, алкилирования, замедленного коксования, висбрекинга. Компонентный состав бензина зависит, в основном, от его марки и определяется набором технологических установок на нефтеперерабатывающем заводе.

Базовым компонентом для выработки автомобильных бензинов являются обычно бензины каталитического крекинга или каталитического риформинга. Бензины каталитического крекинга характеризуются низкой массовой долей

серы, октановыми числами по исследовательскому методу 90–93 единицы. Содержание в них ароматических углеводородов составляет 30–40 %, олефиновых — 25–35 %. В их составе практически отсутствуют диеновые углеводороды, поэтому они обладают относительно высокой химической стабильностью (индукционный период 800–900 мин.). По сравнению с бензинами каталитического риформинга для бензинов каталитического крекинга характерно более равномерное распределение детонационной стойкости по фракциям. Поэтому в качестве базы для производства автомобильных бензинов целесообразно использовать смесь компонентов каталитического риформинга и каталитического крекинга.

Бензины каталитического риформинга характеризуются низким содержанием серы, в их составе практически отсутствуют олефины, поэтому они высокостабильны при хранении. Однако повышенное содержание в них ароматических углеводородов с экологической точки зрения является лимитирующим фактором. К их недостаткам также относится неравномерность распределения детонационной стойкости по фракциям. В составе бензинового фонда России доля компонента каталитического риформинга превышает 50 %. Бензины таких термических процессов, как крекинг, замедленное коксование имеют низкую детонационную стойкость и химическую стабильность, высокое содержание серы и используются только для получения низкооктановых бензинов в ограниченных количествах. При производстве высокооктановых бензинов используются алкилбензин, изооктан, изопентан и толуол. Бензины АИ-95 и АИ-98 обычно получают с добавлением кислородсодержащих компонентов: метил-трет-бутилового эфира (МТБЭ) или его смеси с трет-бутанолом, получившей название фэтерол. Введение МТБЭ в бензин позволяет повысить полноту его сгорания и равномерность распределения детонационной стойкости по фракциям. Максимально допустимая концентрация МТБЭ в бензинах составляет 15 % из-

за его относительно низкой теплоты сгорания и высокой агрессивности по отношению к резинам.

Для достижения требуемого уровня детонационных свойств этилированных бензинов к ним добавляют этиловую жидкость (до 0,15 г свинца/дм³ бензина). К бензинам вторичных процессов, содержащим непредельные углеводороды, для их стабилизации и обеспечения требований по индукционному периоду разрешается добавлять антиокислители Агидол-1 или Агидол-12. В целях обеспечения безопасности в обращении и маркировки этилированные бензины должны быть окрашены. Бензин АИ-80 окрашивается в желтый цвет жирорастворимым желтым красителем К, бензин АИ-91 — в оранжево-красный цвет жирорастворимым темно-красным красителем Ж. Этилированные бензины, предназначенные для экспорта, не окрашиваются.

Примерные компонентные составы автомобильных бензинов различных марок приведены в таблице ниже.

Таблица 5 - Средние компонентные составы бензинов

Бензин	Марка			
	АИ-80	А-92	АИ-95	АИ-98
Бензин каталитического риформинга:				
мягкого режима	40-80	60-88	-	-
жесткого режима	-	40-100	32994	25-88
Ксилольная фракция	-	11232	20-40	20-40
Бензин каталитического крекинга	20-80	31321	18537	44105
Бензин прямой перегонки	20-60	44105	-	-
Алкилбензин	-	43952	13058	15-50
Бутаны+изопентан	39264	39356	39356	39356
Газовый бензин	39360	39360	-	-
Толуол	-	0-10	42217	42278
Бензин коксования	39203	-	-	-
Гидростабилизированный бензин пиролиза	13058	11232	44105	44105
МТБЭ	<8	39421		

1.3 Присадки и добавки

По функциональным свойствам присадки, используемые при производстве автобензинов, можно разделить на несколько типов:

деактиваторы металлов;

антиокислительные;

красители;

антидетонационные;

ингибиторы коррозии;

деэмульгаторы;

моющие;

антистатические;

маркеры;

антистатические.

Важные роли приобрели многофункциональные присадки с антидетонационной базой. Такие компоненты, обладают разными функциями при высокой эффективности, также нередко обладают синергизмом, то есть эти компоненты, которые входят в составы композиций, придают больший эффект, чем рассчитанный по правилу аддитивности. При выборе рецептур присадок нужно стремиться придти именно к получению такого - синергетического эффекта.

Ассортимент и выбор присадок и добавок для моторных топлив постоянно увеличивается.

Добавки и присадки добавляются к остальным компонентам топлива разными способами и в различных пунктах производства. Процесс смешения нужно проводить по оптимальным, с точки зрения экономики, технологиям.

Если в состав моторного топлива входит нестабильные компоненты, то для обеспечения постоянного требуемого качества при длительном хранения (до 5 лет) в топливо добавляют деактиваторы металлов и антиокислители. Так в качестве антиокислителя применяют 2,6-ди-трет-бутил-4метилфенол или параоксидифениламин.

Антиокислительную присадку вводят в нестабильный компонент бензинов непосредственно на производстве в концентрации до 0,1%, для обеспечения заданного индукционного периода.

Дезактиваторы металлов - это присадки, снижающие каталитические действия металлов приводящие к окислению топлива. Они увеличивают стабилизирующие действия антиокислителей, это позволяет на 30-70% понизить их концентрации в моторном топливе. Так содержание дезактиваторов металлов в бензинах составляет 0,005-0,01% масс. Очень эффективны соединения, которые способны создавать внутрикомплексные соли, главным образом хелатного строения. Такие как салицилидены: ди-салицилиденпропилендиамин ($N^{\wedge}$ -дисалицилаль-1,2-пропилен-ди-амин). В этих соединениях атом металла надежно защищен и не вступает в реакции, которые катализируют окисление.

Маркеры и красители добавляют к бензинам для того, чтобы идентифицировать их по маркам, качеству и заводам-производителям.

Первоначально красители использовали для указания на присутствие в топливе свинцовых антидетонаторов и уберечь потребителя от отравления свинцом.

Окрас этилированного топлива бывает разных цветов и зависит от марки топлива. Концентрации красителей варьируются от 3 до 10 мг/юг бензина. Чаще всего используют жидкие красители, так как они технологически более удобны при добавлении, чем порошковые.

Топливная маркировка осуществляться не только с помощью красителей, но и при использовании веществ, которые не меняют цветовую гамму бензина и не мешают стандартным красителям, но легко экстрагируются соответствующими растворителями, в которых они имеют отчетливую окраску.

Маркирующие присадки добавляют к бензинам в настолько малых концентрациях, что они фактически не оказывают влияния на эксплуатационные и физико-химические характеристики топлива.

Перед тем как подавать автобензины для транспортировки по трубопроводам, в их составы вводят ингибитор коррозии для предотвращения коррозии трубопровода, которая приводит к повышению шероховатостей гидравлических сопротивлений.

Таковыми присадками обычно являются ПАВ, которые содержат различные производные кислот, нитрованную смесь сложных эфиров или соли.

ПАВ образуют пленки на поверхности трубопровода, которая является преградой для вод и других веществ, которые ускоряют ржавление труб.

Моющие, антиобledenительные добавки и деэмульгаторы обычно добавляют к топливу на АЗС или нефтебазах.

Деэмульгаторы предназначены для разрушения устойчивых эмульсий топлива с водой. Использование моющих присадок способствует образованию эмульсий при попадании воды в бензин.

С целью предотвращения этого явления при введении моющих присадок дополнительно вводится деэмульгатор.

Многофункциональные присадки представляют собой пакет присадок различного назначения. Введение в состав автомобильных бензинов многофункциональной присадки позволяет обеспечить необходимые моющие, антикоррозионные, антиобledenительные свойства, а также повысить их химическую стабильность.

Пакет многофункциональной присадки включает моющую присадку, антикоррозионный компонент, антиокислитель, деэмульгатор и маслороситель, представляющий собой минеральное масло или синтетическую жидкость.

В качестве многофункциональных присадок в состав бензинов вводят следующие присадки: Keropur 3430N, Keropur 3458N фирмы BASF, HITEK 6430 фирмы Afton Chemical, Алькор АВТО и др.

Применение указанных присадок не оказывает отрицательного влияния на эффективность работы каталитических нейтрализаторов отработавших газов автомобиля.

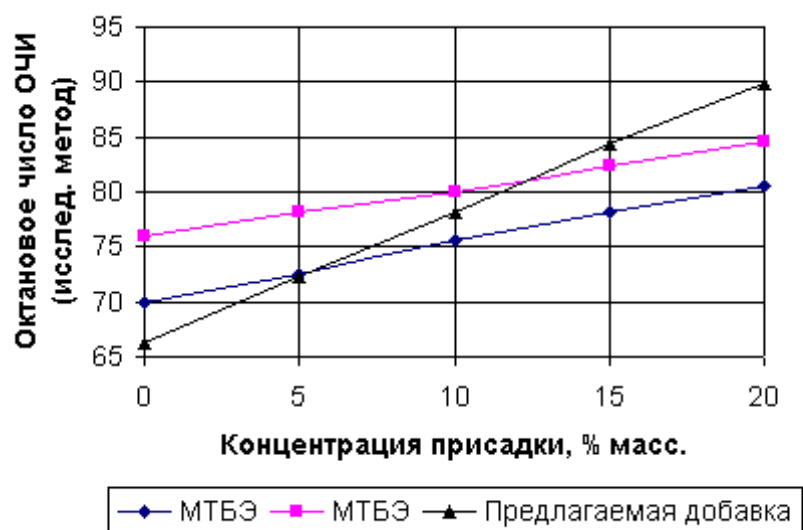


Рисунок 1 -Зависимость антидетонационной стойкости бензинов от концентрации вводимых присадок

1.4 Технология смешения и оборудование

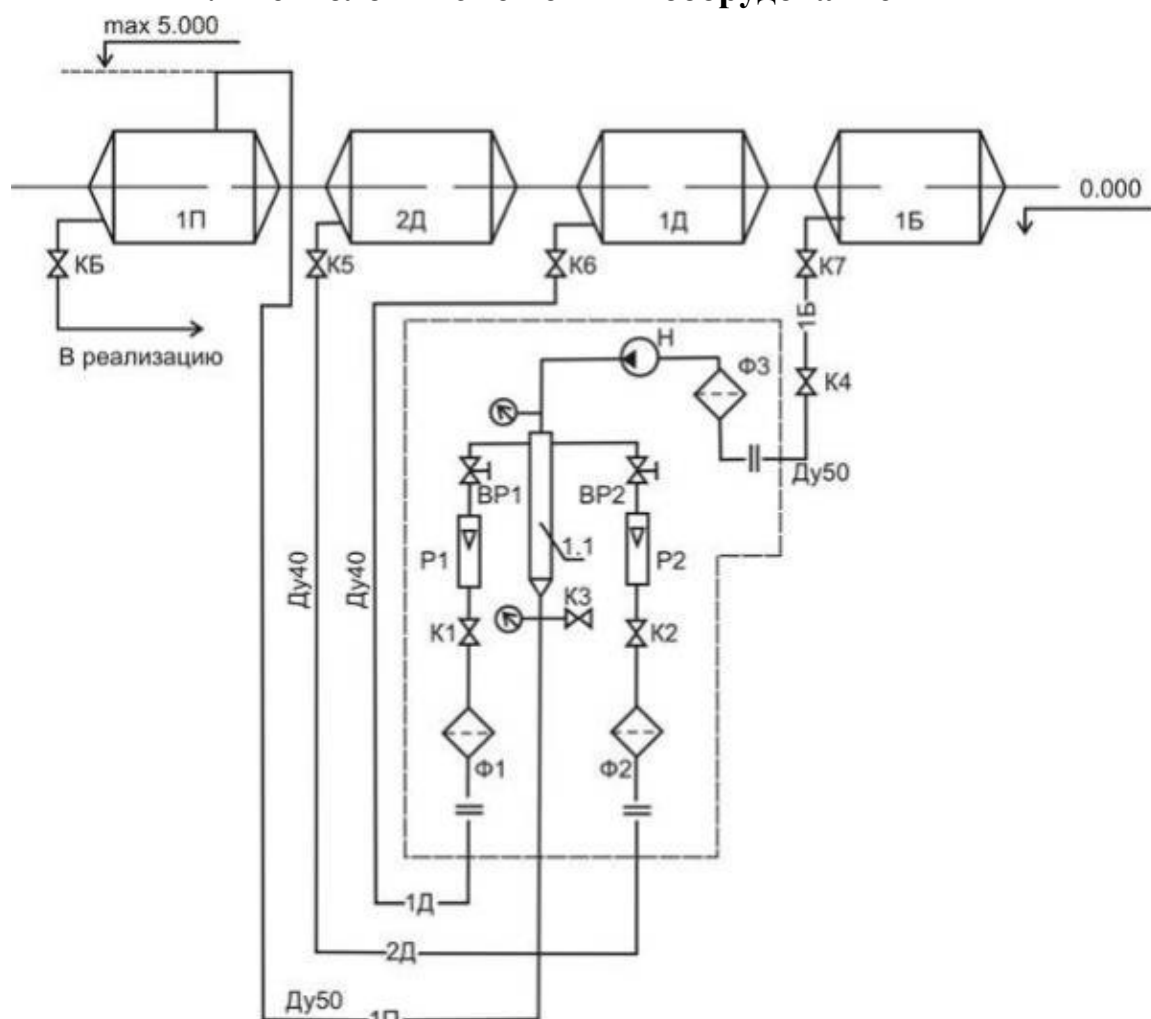


Рисунок 2. Технологическая схема комплекса по изготовлении компаундированного бензина

По трубопроводу 1Б на установку компаундирования подается основная жидкость с помощью насоса Н и через фильтр-Ф3.

По трубопроводам 1Д и 2Д добавки самотёком через входные фильтры Ф1; Ф2, краны К1, К2, ротаметры, регулирующие вентили ВР1; ВР2 подаются на установку.

Расход добавок 1Д, 2Д, в соответствии с существующими рецептурами регулируется вентилями ВР1, ВР2.

Контроль за расходом осуществляется визуально по соответствующим ротаметрам Р1, Р2.

Основная жидкость насосом Н под давлением подается в инжектор смесителя, где создает разрежение и подсасывает строго дозируемое количество добавок. Далее частично перемешанная и дозированная жидкость попадает в смеситель, где смешивается окончательно. Жидкость после смешивания по трубопроводу 1П направляется на хранение в резервуар.

2.Практическая часть

2.1 Сравнение расчетных параметров получаемых рецептур с фактическими данными.

Для подтверждения точности и адекватности результата расчетов, полученных с помощью программы «Compaunding», мы использовали данные реального производства товарных бензинов. Так были взяты планы производств 3 установок по компаундированию бензинов, включавшие в себя показатели качества, такие как: массовое соотношение компонентов, входящих в состав данных бензинов, октановые числа, рассчитанные по моторному и исследовательскому методу, содержание серы, ароматических углеводородов, олефинов, бензола и парафинов.

Эти показатели были прописаны в программе «Compaunding». Результаты расчетов приведены в приложении 1.

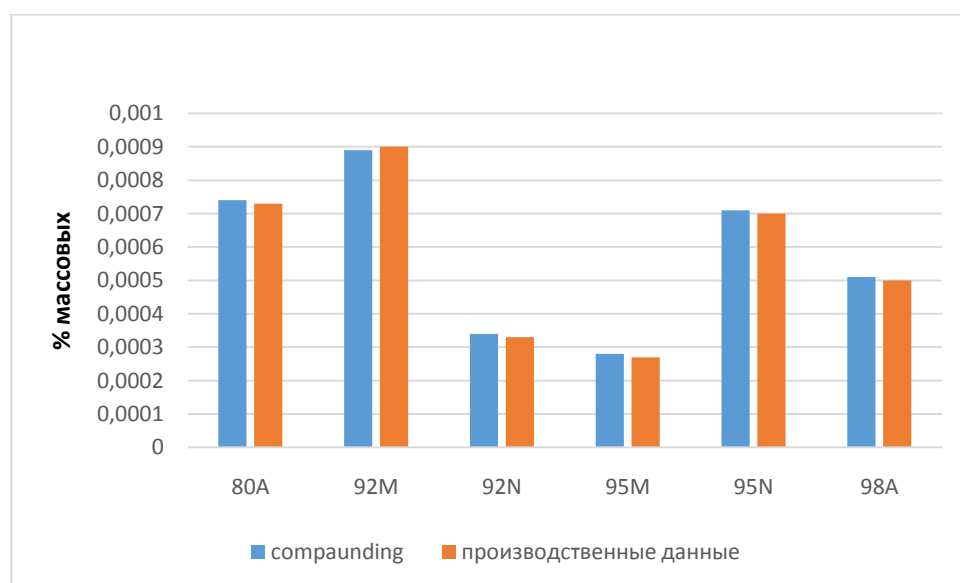


Рисунок 3 – Содержание серы в различных марках бензинов.

На рисунке 3 показано сравнение показателей содержания серы в различных марках бензинов посчитанных с помощью программы «Compaunding» и реальных производственных данных. Погрешность расчетов составила в среднем 0,09%.

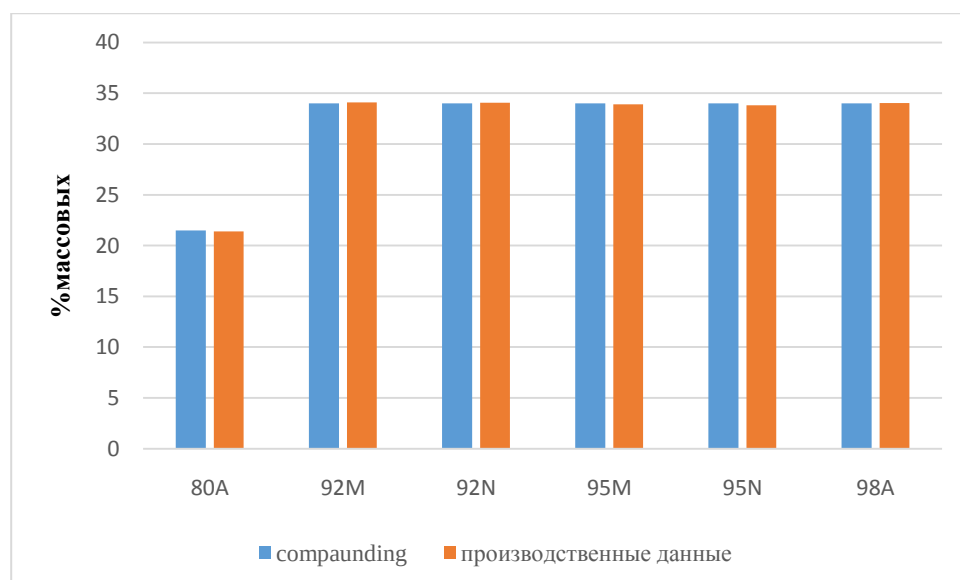


Рисунок 4 – Содержание ароматических углеводородов в различных марках бензинов.

На рисунке 4 показано сравнение показателей содержания ароматических углеводородов в различных марках бензинов посчитанных с помощью программы «Compaunding» и реальных производственных данных. Погрешность в результатах расчетов показателя в составила 0,09%

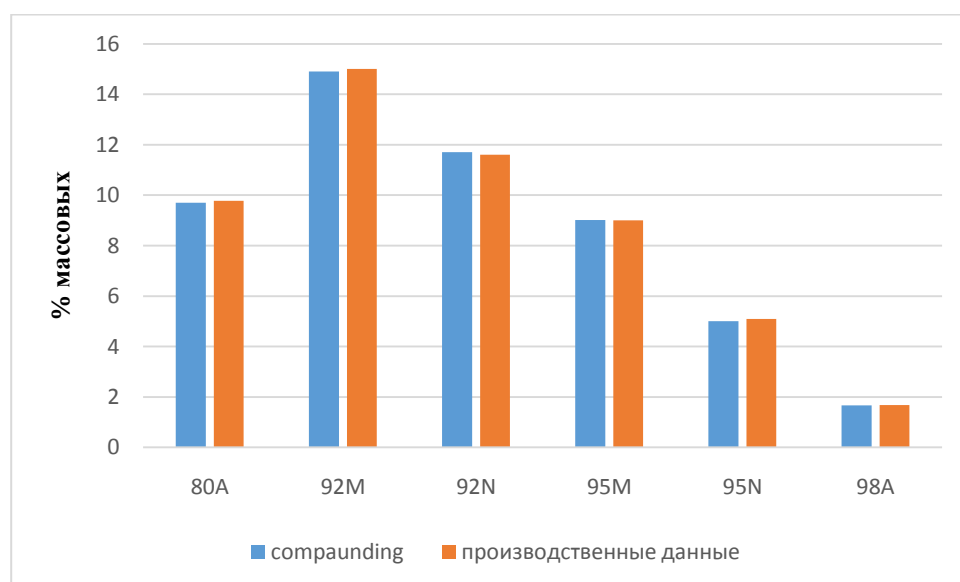


Рисунок 5 – Содержание олефинов в различных марках бензинов.

На рисунке 5 показано сравнение показателей содержания олефиновых углеводородов в различных марках бензинов посчитанных с помощью

программы «Compaunding» и реальных производственных данных. Из приведенных данных видно, что погрешность расчетов варьируется в интервале от 0,08 до 0,14 %.

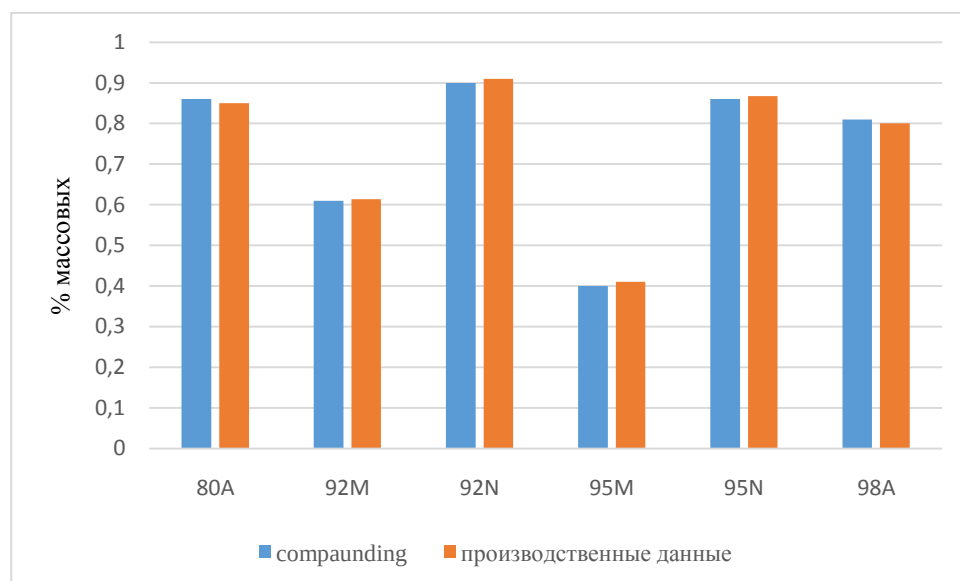


Рисунок 6 – Содержание бензола в различных марках бензинов.

На рисунке 6 показано сравнение показателей содержания бензола в различных марках бензинов посчитанных с помощью программы «Compaunding» и реальных производственных данных.

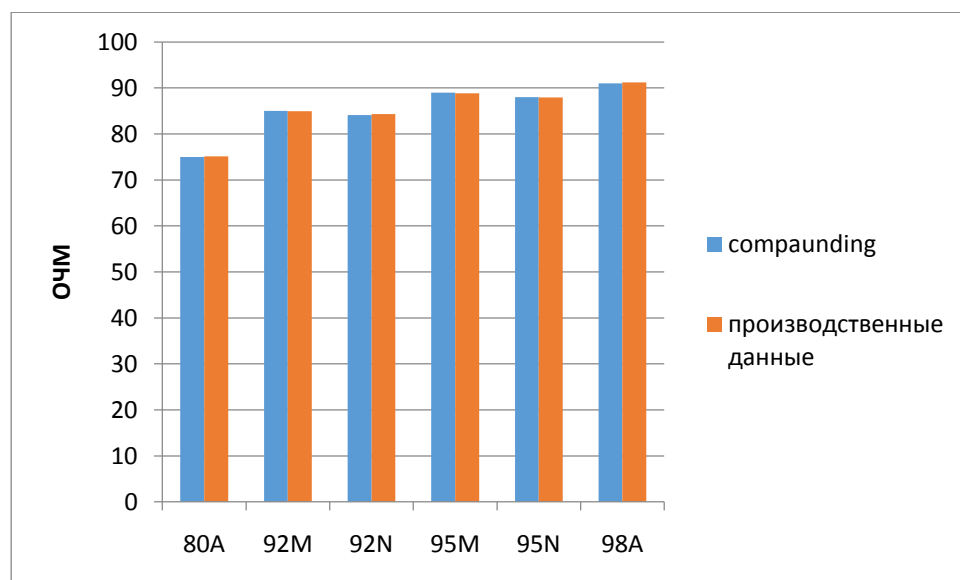


Рисунок 7 – Показатели октановых чисел по исследовательскому методу различных марок бензинов.

На рисунке 7 показано сравнение ОЧИ в различных марках бензинов посчитанных с помощью программы «Compaunding» и реальных производственных данных. При расчете данного показателя, расхождение результатов не превышают 0,11%.

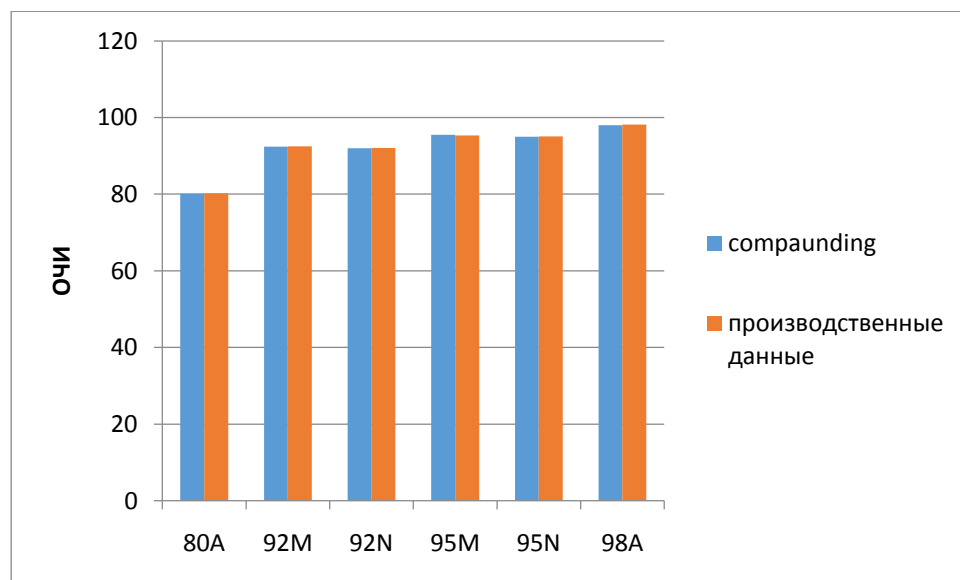


Рисунок 8. Показатели октановых чисел по моторному методу различных марок бензинов.

На рисунке 8 показано сравнение ОЧМ в различных марках бензинов посчитанных с помощью программы «Compaunding» и реальных производственных данных. Погрешность пересчета октановых чисел по моторному методу не превышает 0,11%.

Данные расчетов подтверждают точность и адекватность программы «Compaunding»

Соотношение потоков от конечного ОЧ

Поток Резервуары... Из PIMS Структура потока

КРА С400 Рафинат
КПА С-100 фр.62-85
МТБЕ
n-butane
АВТ-10 фр.нк.62
Алкилбензин
ГО БКК
Изомеризат Изомалк-2
Изопентан
Крекинг КТ-1
Риформат Л-35-11-1000
Риформат Л-35-11-600
Толуол концентрат

Масса потока, тонн.
10

Стоимость, руб/т
15723

Метод определения ОЧ
☐ Моторный
☒ Исследовательский

DNP_C	Мол.мас.	MuA	MuB
Ro20	TemKip	DNP_A	DNP_B

Состав

Компонент	Конц., %мас.
ethane	0
propane	0
n-butane	0
...	1.0000

Вид долей
☒ Массовые доли
☐ Объемные доли

Режим: норм.

Рисунок 9 - Пример работы программы «Compounding»

2.2 Определение оптимальных рецептур с точки зрения экономической эффективности.

В условиях сложной экономической ситуации в стране и мире, потребитель как никогда заинтересован в получении качественного, подходящего по всем показателям стандарту Евро-4, 5, 6 и недорогого моторного топлива. Для этих целей применяется процесс компаундирования компонентов высокооктановых бензинов.

Процесс компаундирования предназначен для получения высокооктановых бензинов, удовлетворяющих требованиям нормативной документации Российской Федерации (ГОСТ 32513-2013). Оптимизация процесса компаундирования позволит получать продукцию товарного качества, используя более дешевые компоненты, при этом себестоимость бензинов значительно снижается. Для точного расчета рецептуры смешения используется достаточно большое количество программных

продуктов, таких как «Neftbiz», однако большинство из них не учитывает неаддитивность октановых чисел смешения бензинов.

На кафедре Химической технологии топлива Института природных ресурсов Томского политехнического университета разработана программа «Compounding», позволяющая рассчитывать показатели качества бензинов с учетом неаддитивности смешения потоков по октановому числу.

В таблице 8 представлен компонентный состав по потокам 4 вариантов бензинов марки А-80, также некоторые физические показатели, содержание ароматических углеводородов, серы и себестоимость, рассчитанные с помощью программы «Compounding».

Таблица 8 - Состав и свойства А-80.

компонент	%массовый			
	1 образец	2 образец	3 образец	4 образец
КРА С400 Рафинат	0	0	11	11
КПА С-100 фр. 62-85	5	10	27	25
АВТ-10 фр.нк.62	9	6	0	0
Алкилбензин	00	04	00	00
ГО БКК	35	25	34	17
Изопентн	0	0	0	5
Крекинг КТ-1	00	10	11	2
Риформат Л-35-11-1000	11	0	0	0
Риформат Л-35-11-600	9	2	0	0
толуол концентрат	0	8	7	0
Крекинг КТ-1	0	10	11	2

показатель	значение
------------	----------

	1 образец	2 образец	3 образец	4 образец
Плотность потока, кг/м ³	31,890	33,56	725,9	47,23
Вязкость потока, с*Па	42,840	43,970	43,17	45,43
Н-парафины, %мас	1,088	3,003	11,77	11,819
Изо-парафины, %мас	33,182	29,864	29,483	28,833
Нафтенy, %мас	17,411	24,908	27,639	18,548
Олефины, %мас	11,671	0,702	1,218	6,255
Бензол, %мас	0,998	0,600	0,700	0,200
Ароматика, %мас	26,655	22,534	19,898	4,543
Сера, %мас	0,0009	0,0008	0,0009	0,0009
Себестои-мость,руб/т	15831	15627	116844	16907

В таблице 9 представлены составы по потокам, некоторые физические свойства, массовые доли серы, ароматики, бензола, а также себестоимости четырех различных моторных топлив марки АИ-98, рассчитанных с помощью программы «compraunding»

Таблица 9 – Состав по потокам А-98

компонент	%массовый			
	1 образец	2 образец	3 образец	4 образец
МБТЕ	6	0	0	2
АВТ-10 фр.нк.62	0	0	0	0
Алкилбензин	33	31	27	33
ГО БКК	11	12	14	19
Изопентан	9	10	15	14
Крекинг КТ-1	14	14	2	10
Риформат Л-35-11-1000	21	25	33	19
Риформат Л-35-11-600	10	0	0	0
толуол концентрат	0	2	0	3

Таблица 10 – состав и свойства А-98

показатель	значение			
	1 образец	2 образец	3 образец	4 образец
Вязкость потока, с*Па	43,680	42,98	2,41	4,99
Н-парафины, %мас	5,195	4,654	5,080	4,73
Изо-парафины, %мас	49,024	51,24	0,33	48,389
Нафтены, %мас	3,36	3,47	2,65	4,04
Олефины, %мас	5,72	6,11	4,15	7,15
Бензол, %мас	0,80	0,7	0,90	0,80
Ароматика, %мас	0,69	30,43	37,78	3,67
Сера, %мас	0,0008	0,0008	0,0009	0,0007
Себестои-мость,руб/т	22129	22567	21726	21082

Таким образом, мы рассмотрели варианты расчета показателей качества бензинов, таких как: октановое число, содержание серы, бензола, ароматики, нафтенов, плотности и т.д. с использованием программы «compounding». Для процесса компаундирования. Согласно расчетам бензины А-80 №2 и АИ-98 №4 имеют самую низкую себестоимость, соответственно 15621 рубль на тонну топлива и 21082 рубля на тонну топлива, при этом имеется запас качества по таким то показателям как: содержание серы 0,0008 и 0,0007 при максимально допустимых 0,001 массовых %, 22,5 и 33,6 массовых % при максимально допустимых 35%, 0,6 и 0,7 массовых % бензола при максимально допустимых 1 %.

2.3. Применение программного комплекса для решения задачи превращения некондиционного объема бензина в товарный продукт.

Для приведения некондиционных продуктов к стандарту Евро – 5, к ним необходимо добавить бензины определенной рецептуры, такой, чтобы в конечный продукт содержал менее 35% ароматических углеводородов, 14 % олефиновых углеводородов, менее 0,001 % серы и менее 1 % бензола.

При подборе подходящих рецептур мы также, как и в предыдущих пунктах работы, воспользовались программой «Compounding». В результате мы получили следующие составы бензинов.

Таблица 10 - Показатели качества некондиционного продукта.

Параметр	Значение
ОЧИ	97
ОЧМ	90
ДНП потока	66
Плотность потока, кг/м3	751

Продолжение таблицы 11

Вязкость потока, с*Па	42
Н-парафины, % массовых	6,8
Изо-парафины, % массовых	45
Нафтены, % массовых	6,3
Олефины, % массовых	9,8
Бензол, % массовых	0,9
Ароматика, % массовых	32
Сера, %мас	0
Себестоимость,руб ./т.	19561
ОЧ по потокам	94

Таблица 11 - Показатели качества бензина марки А-98.

Параметр	Значение
ОЧИ	98,08
ОЧМ	90,5
ДНП потока	66,55
Плотность потока, кг/м3	732,9
Вязкость потока, с*Па	39,43
Н-парафины, %мас	5,588
Изо-парафины, %мас	45,7943
Нафтены, %мас	5,1758
Олефины, %мас	8,7668
Бензол, %мас	0,7
Ароматика, %мас	28,9819
Сера, %мас	0,0006
Себестоимость, руб/ т	22126,39
ОЧ по потокам	97,03

Таблица 12 – состав топлива марки А-98

Компонент	% массовый
МБТЕ	5,7
некондиция	50
Толуол	4
35-11-600	4
35-11-1000	4
Изопентан	10
ГО БКК	14,3
алкилбензин	8

Также была рассчитана оптимальная рецептура топлива марки А-80, результаты приведены в таблице 13 и 14.

Таблица 13 – Показатели качества топлива марки А-80

Параметр	Значение
ОЧИ	80,13
ОЧМ	74,01
ДНП потока	51,88
Плотность потока, кг/м3	729,2
Вязкость потока, с*Па	40,45
Н-парафины, %мас	13,59

Изо-парафины, %мас	41,28
Нафтенy, %мас	19,95
Олефины, %мас	5,08
Бензол, %мас	0,8
Ароматика, %мас	19,97
Сера, %мас	0,0005
Себестоимость,руб/т	17873,15
ОЧ по потокам	78,67

Таблица 14 – состав топлива марки А-80

КОМПОНЕНТ	%массовый
некондиция	50
35-11-600	5
изопентан	3
фвт 10 фр н.к.62	16
кра С 400 рафинат	11
кпа с100 фр 62-85	15
некондиция	50
35-11-600	5

Таким образом два вышеизложенных рецепта топлив, подобранных с помощью программы «Compaunding» (80А и 98А) не только соответствуют стандарту Евро-5, но обладают, достаточно, низкой себестоимостью.

Так, на данный момент средняя оптовая цена, за тонну, бензина марки 80А составляет – 30500 рублей, что на 12627 рублей выше цены топлива, рецептуру которого мы вывели с помощью подбора рецептуры в программе «Compounding».

Мониторинг рынка автомобильного топлива показал, что подобранная рецептура бензина марки 98А, ниже по себестоимости среднерыночной (49000 рублей за тонну) на 26874 рубля.

2.4 Расчет смесителя с мешалкой для процесса компаундирования.

Процессы перемешивания одно- и многофазных сред широко применяются в химической, нефтехимической и смежных с ними областях промышленности. В ряде случаев эффективное перемешивание является одной из важнейших стадий производства и определяет успех технологического процесса целом.

Смесители потоков являются одними из наиболее распространённых аппаратов, используемых в химической технологии. Достаточно сказать, что стоимость работ по технологическому проектированию гидравлического оборудования (трубопроводы, насосы, смесители и распределители потоков) составляют около 50% стоимости работ по созданию технологического проекта химического и нефтехимического предприятия, а капитальные затраты на создание и монтаж гидравлического оборудования составляют более 50 % капитальных затрат на строительство всего химического и нефтехимического предприятия.

Смесители используются главным образом для интенсификации процессов тепло- и массопередачи, особенно при различных химических реакциях.

Конструктивный расчет смесителя с рамной мешалкой.

По таблице [3] подбираю диаметр смесителя и тип мешалки. При этом ориентируясь на рассчитанные с помощью программы «Compaunding» параметры смеси бензинов, а именно: плотность и вязкость, соответственно 725 кг/м³ и 41,3 с*Па. По этим показателям подбираем тип мешалки – рамный.

Определение размеров смесителя.

Расход сырья 30 т/час, по технологии процесс компаундирования бензинов должен протекать 3 часа, следовательно объем смесителя, с учетом 30% запаса будет равен:

$$V=((G*3 \text{ часа})*1,3)/P= ((30000*3)*1.3)/0.725=107586 \text{ литра};$$

107586 литра округляем до 108 м³.

Высоту смесителя выводим из формулы:

$$V=\pi R^2 H=108 \text{ м}^3 \quad (7)$$

$$H = V/(\pi R^2)=108/(1.4^2*\pi)=17.5 \text{ м} \quad (8)$$

Расчет мощности

Рассчетная мощность N_m (в Вт), потребляемая перемешивающим устройством (мешалкой) собственно на перемешивание, определяется по формуле[3]:

$$N_m=K_n \rho_c n^3 d_m^5 \quad (9)$$

Где d_m – диаметр мешалки в м;

ρ_c – плотность перемешиваемой среды в кг/м³;

n – частота вращения мешалки в об/сек;

K_n – критерий мощности .

Т.к. высота столба жидкости в аппарате больше его диаметра, следовательно K_n вычисляется по формуле [3]:

$$(H_{ж}/d_m)^{0,5} = (14.6/2.8)^{0,5} = 2.83;$$

$$N_m = 2.8 \cdot 3 \cdot 725 \cdot 0.42^3 \cdot 2.8^5 = 26161 \text{ Вт.}$$

Расчет толщины обечайки

Т.к. среда является токсичной, то принимаем материал стали X18H10T.

Рекомендуемая минимальная толщина обечаек с $D_{вн}$ 2800 мм равна 10 мм.

Толщина стенки обечайки с учетом прибавок:

$$S = s^1 + c \quad (10)$$

где Π - скорость коррозии или эрозии, мм/год, примем $\Pi = 0,1 \text{ мм/год}$;

τ - срок эксплуатации аппарата, $\tau = 20 \text{ лет}$

$$c = \Pi \cdot \tau = 0,1 \cdot 20 = 2 \text{ мм}$$

Толщина стенки обечайки с учетом прибавок:

$$S = s^1 + c = 10 + 2 = 12 \text{ мм} \quad (11)$$

Принимаем в соответствии с сортаментом $S = 12 \text{ мм}$.

Ориентировочная масса аппарата

Масса обечайки:

$$m_{об} = 0,785 \cdot (D_{нар}^2 - D_{вн}^2) \cdot H_{об} \cdot \rho; \quad (15)$$

где $D_n = 2,832 \text{ м}$ – наружный диаметр колонны;

$D_{вн} = 2,8 \text{ м}$ – внутренний диаметр колонны;

$H_{об} = 18 \text{ м}$ – высота колонны с учетом ее цилиндричности;

$\rho = 7900 \text{ кг/м}^3$ – плотность стали;

$$m_{об} = 0,785 \cdot (2,832^2 - 2,8^2) \cdot 18 \cdot 7900 = 20718 \text{ [кг]}.$$

Масса рамной мешалки принимается равной 518 кг.

Общая масса колонны:

Принимаем, что масса вспомогательных устройств (штуцеров, измерительных приборов, люков и т.д.) составляет 10% от основной массы аппарата, тогда: $m_k = m_{об} + m_T + 2m_{днища}$

$$m_k = 1,1 \cdot (20718 + 518) = 23360 \text{ [кг]}.$$

Максимальная масса аппарата: $m_{max} = m_k + m_B$

$$m_{max} = 23360 + 90000 \cdot 0,725 = 88610 \text{ [кг]}.$$

Вес аппарата : $G = g \cdot m_{max}$

$$G = 88610 \cdot 9,81 = 869264 \text{ [Н]}.$$

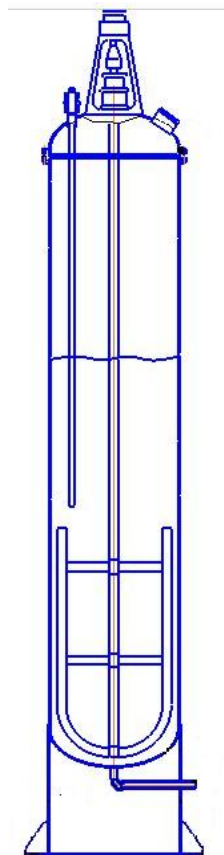


Рисунок 8 - Смеситель с рамной мешалкой

3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Разрабатываемый проект направлен на исследование и оптимизацию процесса компаундирования товарных бензинов.

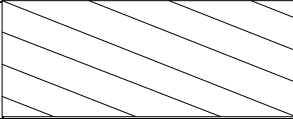
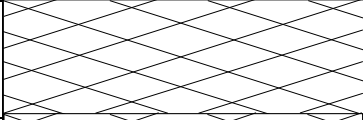
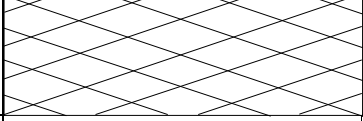
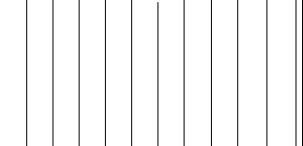
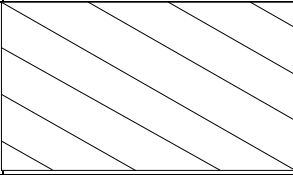
В настоящее время перспективность научного исследования определяется в большей степени коммерческой ценностью разработки, что является необходимым условием при поиске источников финансирования для проведения научного исследования и коммерциализации его результатов.

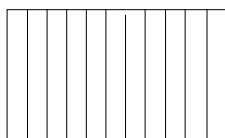
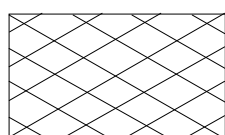
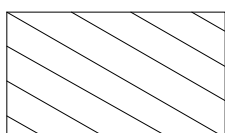
Таким образом, целью данного раздела является проектирование и создание конкурентоспособных разработок, технологий, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

– определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.

Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения Потенциальные потребители результатов исследования. Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование. На рисунке 1 представлена карта сегментирования рынка по виду оказываемой услуги с применением математической модели процесса компаундирования товарных бензинов.

Рисунок 9 – Карта сегментирования

Потребитель	Вид услуги		
	Продажа программного продукта	Оказание услуг по исследованию и оптимизации	Продажа тренировочной версии
Крупные НПЗ			
Средние НПЗ			
Мелкие НПЗ			
Образовательные учреждения			
Проектные организации			



На Рисунке 1 показано, какие ниши на рынке услуг по применению математической модели не заняты конкурентами или где уровень конкуренции низок.

Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов.

В таблице 1 представлен сравнительный анализ математической модели(ф), разработанной в рамках выполнения ВКР и двух конкурентных моделей(к1)и(к2), выполненных в 2013 и 2014 годах соответственно.

Таблица 13 - Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес крите- рия	Баллы			Конкуренто- способность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
Повышение производительности труда пользователя	0,09	5	2	2	0,4	0,1	0,1
Удобство в эксплуатации (соот- ветствует требованиям потребителей)	0,07	5	3	3	0,3	0,2	0,2
Энергоэкономичность	0,1	5	4	3	0,5	0,4	0,3
Надежность	0,07	5	4	4	0,3	0,2	0,2
Безопасность	0,04	5	5	5	0,2	0,2	0,2
Экономические критерии оценки эффективности							
Конкурентоспособность продукта	0,2	5	3	2	1	0,6	0,4
Уровень проникновения на рынок	0,07	4	5	4	0,28	0,35	0,28

Продолжение таблицы 13.

Цена	0,08	5	3	4	0,4	0,24	0,32
Предполагаемый срок эксплуатации	0,08	5	5	5	0,4	0,4	0,4
Послепродажное обслуживание	0,07	5	5	2	0,35	0,35	0,14
Финансирование научной разработки	0,03	4	4	4	0,12	0,12	0,12
Срок выхода на рынок	0,05	5	3	3	0,25	0,15	0,15
Наличие сертификации разработки	0,05	5	5	5	0,25	0,25	0,25
Итого	1	63	51	46	4,9	3,73	3,23

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i, \quad (1)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

КБф=

Разрабатываемая компьютерная моделирующая система является конкурентоспособной на рынке, главным преимуществом которой является учет влияния межмолекулярных взаимодействий углеводов, вовлекаемых в процесс смешения.

SWOT-анализ

Для комплексной оценки научно-исследовательского проекта применяют SWOT-анализ, результатом которого является описание сильных и слабых сторон проекта, выявление возможностей и угроз для его реализации,

которые проявились или могут появиться в его внешней среде. Итоговая матрица SWOT-анализа представлена в таблице 2.

Таблица 14 - SWOT-анализ

	Сильные стороны	Слабые стороны
	проекта: 1.Возможность оптимизации неотъемлемой части НПЗ – процесса компаундирования. 2.Повышение качества выпускаемых нефтепродуктов и эффективности переработки нефти. 3.Отсутствие аналогичных математических моделей по процессу. 4.Учет межмолекулярных взаимодействий. 5.Наличие бюджетного финансирования.	проекта: 1.Ограниченность лабораторных данных с НПЗ. 2.Отсутствие экспериментальных образцов для проведения анализа.

Продолжение таблицы 14.

Угрозы: 1.Создание подобной модели на рынке в более быстрые сроки. 2.Внедрение других моделей на предприятия отечественных НПЗ. 3.Отсутствие заинтересованности предприятий по внедрению инновационного проекта.	1. Продвижение новой технологии оптимизации процесса с применением математической модели. 2. Развитие конкурентной среды. 3. Введение в модель чувствительности к составу сырья	1.Разработка научного исследования 2.Повышение квалификации кадров у потребителя 3.Приобретение необходимых экспериментальных данных по составу сырья и продукта с НПЗ.
Возможности: 1.Внедрение разработанной модели на предприятия нефтепереработки для оптимизации процесса компаундирования товарных бензинов. 2. Внедрение системы в образовательную сферу в качестве компьютерного тренажера для обучения студентов.	Разработка математической модели процесса компаундирования товарных бензинов с учетом межмолекулярных взаимодействий углеводородов, вовлекаемых в процесс смешения.	1.Ограниченность экспериментальных данных с промышленной установки. 2.Повышение эффективности использования сырья на предприятии 3.Создание тренировочной версии для обучения студентов основам процесса компаундирования.

4.Использование инновационной инфраструктуры ТПУ		4.Отсутствие экспериментальных образцов для проведения анализа.
--	--	--

Были выявлены сильные и слабые стороны проекта, а так же угрозы и возможности. Так же было выявлено то, как можно компенсировать слабые стороны проекта за счет его возможностей и нейтрализовать угрозы с помощью сильных сторон проекта. Результаты SWOT-анализа учитываются при разработке структуры работ, выполняемых в рамках научно-исследовательского проекта.

Определение трудоемкости выполнения работ

Ожидаемая трудоемкость выполнения:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxі}}{5} \quad (2)$$

где $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

t_{mini} – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{maxі}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Ожидаемая трудоемкость для этапов работы, приведенных в таблице 3 рассчитывается по формуле (2):

$$t_{\text{ож1}} = \frac{3 \cdot 1 + 2 \cdot 2}{5} = 1,4, \text{ чел.-дн.}$$

Для этапов 2 – 17 расчет аналогичен. Результаты в таблице 4.1.

Продолжительность каждой работы в рабочих днях:

$$T_{pi} = \frac{t_{\text{ож}i}}{Ч_i} \quad (3)$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Продолжительность каждого этапа работы приведенных в таблице 4 рассчитывается по формуле (3):

Для этапов 2 – 17 расчет аналогичен. Результаты в таблице 4.1.

Разработка графика проведения научного исследования

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}} \quad (4)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Продолжительность выполнения каждого этапа работы приведенных в Таблице 4 рассчитывается по формуле (4).

$$T_{k1} = 1,4 \cdot 1,48 = 2,08 = 2$$

Для этапов 2-17 расчет аналогичен. Результаты в таблице 4.1

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} \quad (5)$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году.

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 118} = 1,48$$

Все рассчитанные значения представлены в таблице ниже.

Таблица 16 - Временные показатели проведения научного исследования

№	t _{ожі} , чел.- дн.	T _{рі} , раб. дн.	T _{кі} , дн	№	t _{ожі} , чел.-дн.	T _{рі} , раб. дн.	T _{кі} , дн
1	1,4	1,4	2	10	5,8	5,8	9
2	8,2	8,2	12	11	1,4	1,4	2
3	1,8	0,9	1	12	5,8	5,8	9
4	1,4	0,7	1	13	1,4	1,4	2
5	16,4	16,4	24	14	8,2	4,1	6
6	29	14,5	22	15	1	1	2
7	1,8	1,8	3	16	12,4	12,4	18
8	1,8	1,8	3	17	1	0,5	1
9	1,8	0,9	1				

Таблица 17 - Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№	Продолжительность выполнения работ													
	Февраль		Март			Апрель			Май			Июнь		
	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														

Продолжение таблицы 17.

A 10x10 grid with a black cross and gray squares. The cross is formed by the 5th row and 5th column. Gray squares are located at (1, 9), (2, 9), (3, 9), (4, 9), (6, 9), (7, 9), (8, 9), (9, 9), (10, 9), (1, 10), (2, 10), (3, 10), (4, 10), (6, 10), (7, 10), (8, 10), (9, 10), and (10, 10). The squares at (5, 9) and (9, 5) are black.

3.6 Расчет материальных затрат научно-технического исследования

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$3_{\text{м}} = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m \Pi_i \cdot N_{\text{pacxi}} \quad (6)$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{\text{расх}i}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Материальные затраты на приобретение тетради рассчитываются по формуле (6):

$$3_M = (1+7) \cdot 35 \cdot 1 = 219$$

Для остальных видов материальных ресурсов расчет аналогичен. Результаты в таблице 6.

Таблица 18 - Материальные затраты

Наименование	Ед. измерения	Кол-во	Цена за ед. с НДС, руб.	Затраты на материалы, (З _м), руб.
Ручка	шт.	5	30	150
Флеш. карта	шт.	1	500	500
Бумага и печать	лист	1000	1,5	1500
Скоросшиватель	шт.	1	30	30
Итого: 2180 руб.				

Основная заработная плата исполнителей темы

Таблица 19 - Расчёт основной заработной платы

	Наименование этапов	Исполнитель и по категориям	Трудоемкость, чел.-дн.	Заработная плата, на один чел.-дн., тыс.руб.	Всего заработная плата по окладам без к _р , тыс. руб.
	Разработка технического задания, выбор направления исследований, оценка результатов	Руководитель, к.т.н.	25	1,08	27
	Расчет на разработанной модели, оформление НИР	Бакалавр	76	0,07	5,32
Итого: 32,32					

$$C_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп} \quad (7)$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата; $Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата ($Z_{\text{осн}}$) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_{\text{раб}} \quad (8)$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата одного работника;

$T_{\text{р}}$ – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн,

$Z_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}} \quad (9)$$

В формуле (9) $Z_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя; при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (таблица 8).

Таблица 20 - Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Бакалавр
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней выходные дни праздничные дни	118	118
Потери рабочего времени отпуск невыходы по болезни	92	92
Действительный годовой фонд рабочего времени	155	155

Месячный должностной оклад работника:

$$З_м = З_б * k_p \quad (10)$$

где $З_б$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

k_p – районный коэффициент, равный 1,3.

Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 9.

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{cp}$):

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исп.1}}{I_{исп.2}} \quad (11)$$

Таблица 24 - Сравнительная эффективность разработки

Показатели	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Интегральный финансовый показатель разработки	0,53	1	0,56
Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	3,8	3,9	4,5
Интегральный показатель эффективности	7,2	3,9	8,0
Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,1	2,1	1

В результате проведенной работы была спроектирована и создана конкурентоспособная разработка, отвечающая современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

4. Социальная ответственность

Обеспечение безопасности жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности является одним из национальных приоритетов в целях сохранения человеческого капитала[1]. Для этого применяется комплекс мер, содержащий правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия [1].

В Статье 37[2] изложены требования безопасности, обеспечивающие охрану здоровья и условий труда на предприятии. На основании Конституции РФ базируется ряд законов и нормативных актов, уточняющих и расширяющих понятие охраны и защиты труда. Трудовой кодекс [1], охватывает вопросы от правового возникновения трудовых отношений, до детального рассмотрения трудового договора, времени отдыха и профессиональной подготовки работника, охраны труда, разрешения трудовых споров и т.д. Для обеспечения соблюдения требований **охраны труда на предприятии** существует ряд служб, в качестве которых выступают федеральные органы и органы исполнительной власти субъектов РФ[1]. Государственный надзор за исполнением трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, осуществляют Генеральный прокурор Российской Федерации и подчиненные ему прокуроры в соответствии с федеральным законом. Согласно[4] непосредственно на предприятии проводится социальная оценка условий труда уполномоченной организацией.

Кроме того возможно создание на предприятии внутренних комиссий или комитетов на базе профсоюзов.

Правовые аспекты взаимоотношений работодателей и работников в области охраны труда (гарантии, права и обязанности работников; обязанности работодателей; полномочия органов государственной власти в области охраны труда и т.д.) изложены в правовом документе [3]. При выполнении

бакалаврской работы наиболее важными являются разделы, посвященные рабочему месту. Работник должен быть проинформирован об условиях и охране труда на рабочем месте, о существующем риске повреждения здоровья, а также о мерах по защите от воздействия вредных или опасных производственных факторов [3]. Согласно Статье 8 [3], рабочее место должно соответствовать требованиям охраны труда и быть защищенным от влияния вредных и (или) опасных производственных факторов и её организация должна соответствовать правовым нормам, а также антропометрическим, социальным, психофизическим данным работника.

Так документ [5] является межгосударственным стандартом, и содержит практические рекомендации, предназначенные для использования всеми, на кого возложена ответственность за управление охраной труда [1].

Для выполнения задачи сохранения жизни и здоровья работника, согласно приказу [6], при поступлении на работу проводится медосмотр, с целью проверки здоровья кандидата на соответствие. Согласно Приложению N1 данного документа, во время работы проводятся плановые медосмотры с участием врачей и проведением лабораторных исследований, для выявления воздействия вредных факторов и вероятности развития профессиональных заболеваний. Для сохранения и поддержания здоровья работников, применяют комплексные меры. Они включают в себя средства индивидуальной защиты, которые обеспечивают механическую, термическую, биологическую, химическую, электрическую и радиационную безопасность [7], а так же согласно документу [8], для снижения вредного воздействия химических факторов (969 компонентов), биологических (микроорганизмы, препараты с живыми клетками) и физических (ионизирующие излучения) работникам выдается молоко питьевое в количестве 0,5 литра за смену для выведения из организма токсических веществ (возможна замена молока равноценными продуктами, согласно Приложению N1 [8] или же денежная выплата). Согласно [9] выполняется бесплатная выдача смывающих и (или) обезвреживающих средств (жидкое и твердое мыло, очищающие и восстанавливающие кремы и

т.д.), если выполнение обязанностей работника связано с действием опасных производственных факторов, температурных условий и загрязнений.

Экспериментальная часть бакалаврской работы осуществлялась на персональном компьютере (далее ПК) при работе с различными программными обеспечениями на кафедре химической технологии топлива и химической кибернетики. Рабочая зона представляет собой аудиторию, оборудованную системами отопления, кондиционирования воздуха и естественным и искусственным освещением. Также в аудитории находится аптечка первой медицинской помощи, углекислотный огнетушитель для тушения пожара. Рабочее место – стационарное, оборудованное компьютером.

1. Производственная безопасность

Работа за персональным компьютером регулируется техникой безопасности предприятия и требует соблюдения предписанных норм. При работе с компьютером на человека могут воздействовать следующие опасные производственные факторы:

- поражение электрическим током;
- возникновение пожара;
- повышенный уровень шума;
- нерациональная организация освещения рабочего места.

2. Анализ вредных факторов на рабочем месте

Уровень электромагнитных полей (ЭМП) и мягкого рентгеновского излучения

Одним из наиболее вредных факторов является ЭМП, которое при превышении допустимых уровней оказывает вредное влияние на нервную,

иммунную, эндокринную системы человека. Наиболее подвержены влиянию ЭМП кровеносная система, головной мозг, глаза, иммунная и половая системы.

Наибольший вред состоянию здоровья человека наносят блок бесперебойного питания, переходники, незаземлённые розетки, а также мониторы и системные блоки. Основным источником ЭМ излучений от мониторов ПЭВМ является трансформатор высокой частоты строчной развёртки, который размещается в задней или боковой части. Кроме того усилить пагубное воздействие ЭМП может продолжительное время работы, теснота помещения и большое число ПК. Кроме того нарушается работа нервной системы, ослабевает память, повышается утомляемость, нарушается режим сна.

Согласно [10,11] при напряженности электрического поля в диапазоне в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц и в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц временные допустимые уровни электро-магнитного поля составляют 25 В/м и 2,5 В/м соответственно.

Уровень акустического шума и вибрации

Шум, как раздражающий фактор, оказывает неблагоприятное воздействие на организм человека. При работе с ПК возможно появление нервного напряжения и снижение работоспособности. Источники шума - процессор компьютера, электролампы, системы вентиляции и отопления.

В соответствии [13] уровень шума на рабочем месте пользователей ПК не должны превышать значений 50 дБА. В помещениях всех типов образовательных учреждений, в которых эксплуатируются ПЭВМ, уровень вибрации не должен превышать допустимых значений в соответствии с [14]. Рабочее место не имеет собственных источников вибрации, но испытывает общетехнологические воздействия. Следовательно, согласно классификации [14] по источнику возникновения вибрации, рабочее место относится к Категории 3 и Типу В.

Освещение на рабочем месте

Особая роль отводится контролю по обеспечению должного уровня освещения рабочего места. Поскольку местом проведения работ является помещение, то возникает необходимость максимального приближения освещения к естественному солнечному, чтобы избежать снижения зрения и повышение утомляемости работника.

Согласно пункту 6.15 [10] для обеспечения нормируемых значений освещенности в помещениях для использования ПЭВМ следует проводить чистку стекол оконных рам и светильников не реже двух раз в год и проводить своевременную замену перегоревших ламп.

Рабочий стол рекомендуется устанавливать таким образом, чтобы световой поток был направлен слева от работника.

Микроклимат на рабочих местах оборудованных ПЭВМ

Под термином «микроклимат» понимается совокупность нескольких опасных факторов - температура окружающей среды, влажность воздуха и скорость движения воздуха. Отклонение данных показателей от нормы влияет главным образом на осуществление теплообмена организма с окружающей средой.

Электробезопасность

Электрические установки, к которым относятся ЭВМ, представляют для человека большую потенциальную опасность. В процессе эксплуатации или при проведении профилактических работ человек может коснуться частей, находящихся под током.

Согласно классификации помещений по электробезопасности дипломный проект разрабатывался в помещении без повышенной опасности (класс 01 по ГОСТ 12.1.019 – 85), характеризующимся наличием следующих условий:

напряжение питающей сети 220В, 50Гц;

относительная влажность воздуха не более 75%;

средняя температура не более 35°C;

наличие деревянного полового покрытия.

При нормальном режиме работы оборудования опасность электропоражения невелика, однако, возможны режимы, называемые аварийными, когда происходит случайное электрическое соединение частей оборудования, находящихся под напряжением с заземленными конструкциями.

Основными техническими способами и средствами защиты от поражения электрическим током являются:

защитное зануление;

выравнивание потенциалов;

защитное заземление;

электрическое разделение сети;

изоляция токоведущих частей;

оградительные устройства и другое.

Такие способы, как защитное заземление и изоляция применяются в помещении отдела разработки печатных плат. Из реально возможных аварийных случаев можно выделить пробой изоляции. В лаборатории отдела разработки печатных плат не имеется не защищенных изоляцией токоведущих частей электроустановок. Для контроля состояния электрической изоляции проводов, производят периодические испытания изоляции. Периодическое измерение сопротивления изоляции позволяет своевременно выявить и устранить повреждения.

2. Анализ опасных и вредных факторов на рабочем месте

Процесс на каталитической установке протекает при высоких температурах (до 350°C) и следствием этого является то, что получаемые продукты находятся в жидком и газообразном состоянии. Это делает их более активными. Большинство ядовитых веществ попадает в организм человека через органы дыхания. Это опасно из-за большой всасывающей способности

слизистой оболочки носа и дыхательной поверхности легких. В процессе гидрогенизации сырьем является среднее масло, содержащее нафтеновые, парафиновые и ароматические углеводороды. Получаемые бензины содержат до 20% ароматических углеводородов (бензол, толуол и т.д.). Они относятся к ядовитым (токсичным) веществам. Помимо этого в состав выделяющихся газов входят такие газы как сероводород и аммиак.

Сероводород – высокотоксичный нервный яд, вдыхание которого в концентрации 1000 мг/м³ и выше может привести к смерти. При хроническом отравлении сероводородом у человека наблюдается расстройство нервной, сердечно – сосудистой системы, органов пищеварения и дыхания, ПДК – 10 мг/м куб.

Таким образом действие на организм углеводородных компонентов с сероводородом многообразно. Прежде всего страдает нервная система, сердечно-сосудистая система, возможны поражения печени.

В воздухе кроме токсичных веществ содержится так называемая производственная пыль. В процессе каталитического гидрогенизации выделение пыли происходит при дроблении и транспортировке катализатора. Длительный контакт с производственной пылью в данном случае приводит к хроническому заболеванию легких – силикозу.

Поэтому важно знать какая предельно предельно-допустимая концентрация этих веществ должна быть в воздухе, чтобы они не оказывали сильного влияния на организм человека. По определению ПДК вещества в воздухе рабочей зоны: концентрация которая при ежедневной работе без средств защиты в течении 8 часов или другой продолжительности но не более 40 часов в неделю в течении всего рабочего стажа не могут вызвать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья.

Для некоторых веществ класс опасности может быть изменен на более низкий, даже при высокой ПДК. Это объясняется тем, что при высокой разовой концентрации вещества в рабочей зоне влияние на организм человека может многократно усилится. Примером таких веществ используемых на

рассматриваемом производстве могут являться сероводород, бензол и его гомологи.

Таблица 25 – Предельно-допустимые концентрации токсичных веществ в воздухе рабочей зоны (ГН 2.2.5.1313-03)

Наименование	$ДК_{р.з}$ мг/м ³	Класс опасности	Примечание
Сероводород	0	2	При большой концентрации — в результате поражения обоняния — не чувствуется тяжелый запах сероводорода. При малых концентрациях вначале наблюдается раздражение конъюнктивы и роговицы глаз, симптомы воспаления в носовой полости, кашель, слабость, слюноотделение, головная боль, понижение артериального давления, учащенный пульс; при более длительном поражении может развиваться отек легких.
Оксид углерода	0	4	Токсическое действие СО проявляется тканевой гипоксией. СО соединяется с гемоглобином, образуя карбоксигемоглобин

Продолжение таблицы 25.

Пары нефтепродуктов	0	3	После вдыхания паров возникает кашель, отдышка; нарастает отдышка, появляются кашель, боли в груди, всё более усиливающееся затруднение дыхания. Пары оказывают избирательное психотропное, гепатотоксическое, нефротоксическое, пневмотоксическое действие.
			Обладает щелочными свойствами, поэтому при попадании на открытые участки кожи, есть риск ожога. Острая токсичность. Наблюдается вегетативно-сосудистая дистония, хронический диффузный бронхит и изменения функций печени

К средствам защиты от попадания на кожу вредных химических веществ служат резиновые перчатки, лабораторные халаты, шапочки, обувь. Для защиты дыхательных путей от действия вредных химических веществ служат специальные ватно-марлевые повязки, респираторы, противогазы. Для защиты слизистой оболочки глаз можно использовать специальные очки. Средством защиты от поражения вредными химическими веществами служит также точное соблюдение техники безопасности и инструкций к используемым веществам.

3. Охрана окружающей среды

Вредное воздействие предприятий нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности распространяется, главным образом, на водные бассейны и атмосферу. Эта промышленность относится к наиболее водоемким отраслям народного хозяйства. По объектам водопотребления её

опережает лишь энергетика, металлургическая, химическая промышленность и коммунальное хозяйство.

Воздействие на гидросферу отсутствует, так как слив вредных веществ отсутствует. Воздействие на литосферу отсутствует, так как выброс твердых остатков отсутствует.

4. Анализ факторов, характеризующих возникновение чрезвычайных ситуаций

При эксплуатации электрооборудования (в данном случае ПК) возможно возникновение чрезвычайных ситуаций, требующих обеспечения электро- и пожарной безопасности на рабочем месте. Источниками возникновения пожара могут быть электрические схемы от ЭВМ, устройства электропитания, кондиционирования воздуха. В данных объектах по некоторым причинам (снижение сопротивления изоляции, ослабление контактов, перегрузка сетей, короткое замыкание) возникает перегрев элементов, что приводит к появлению искр и возгоранию.

Согласно [18] не электротехническому персоналу, выполняющему работы, при которых может возникнуть опасность поражения электрическим током, присваивается группа I по электробезопасности.

Пожарная безопасность обеспечивается системой предотвращения пожара и системой пожарной защиты[19]. На кафедре размещены таблички с указанием номера телефона вызова пожарной охраны, кроме того размещен схематичный план эвакуации людей при пожаре; дополнительно разработана инструкция, определяющая действия персонала в случае возникновения очага возгорания. Согласно Статье 11 [20] установлен и выполняется запрет на курение в помещении. Определен порядок хранения и уборки отходов химических веществ, так как они используются рядом с рабочим местом. В соответствии с требованиями пожарной безопасности и охраны труда, проводится регулярный инструктаж и проверка знаний по технике

безопасности на рабочем месте. Помещение оснащено первичными средствами пожаротушения: огнетушители, лопаты, ящики с песком, асбестовые одеяла.

Горючие компоненты в помещении - строительные материалы для акустической и эстетической отделки помещений, перегородки, двери, полы, перфокарты и перфоленты, изоляция кабелей и др.

В случае возникновения пожара, необходимо предпринять следующие меры: обесточить помещение, вызвать службу пожарной охраны. Если горит электроприбор (ПК) - накрыть его асбестовым одеялом или другим плотным материалом и дожидаться прекращения горения из-за отсутствия доступа кислорода. Затем воспользоваться порошковым огнетушителем. Если масштабы возгорания велики, то необходимо закрыть дверь в горящее помещение, чтобы снизить скорость распространения огня, соблюдать спокойствие и эвакуироваться.

Чрезвычайные ситуации на производственном объекте

Пожаровзрывобезопасность

Для обеспечения безаварийной работы установки и достижения минимального уровня взрывопожароопасности процесса предусмотрены следующие мероприятия:

- предусмотрены система аварийного освобождения аппаратов от нефтепродукта в аварийную емкость и аварийный сброс на факел;
- на наружной установке, где расположено оборудование, в котором обращаются взрывопожароопасные вещества, предусмотрены датчики загазованности, сигналы от которых поступают в операторную.

Освещение на рабочем месте

Особая роль отводится контролю по обеспечению должного уровня освещения рабочего места. Поскольку местом проведения работ является помещение, то возникает необходимость максимального приближения

освещения к естественному солнечному, чтобы избежать снижения зрения и повышение утомляемости работника.

Согласно пункту 6.15 [10] для обеспечения нормируемых значений освещенности в помещениях для использования ПЭВМ следует проводить чистку стекол оконных рам и светильников не реже двух раз в год и проводить своевременную замену перегоревших ламп.

Рабочий стол рекомендуется устанавливать таким образом, чтобы световой поток был направлен слева от работника.

Содержание вредных химических веществ

Необходимо уделить внимание нормам ПДК вредных химических веществ, так как рабочее место располагается на кафедре, оснащенной оборудованием для проведения работ с химическими реактивами. Согласно [16] рабочая зона представляет собой пространство высотой до двух метров над уровнем пола или площади, на которой находятся места постоянного или временного пребывания работающих. Содержание вредных химических веществ в воздухе помещений, предназначенных для использования ПЭВМ во всех типах образовательных учреждений, не должно превышать предельно допустимых среднесуточных концентраций для атмосферного воздуха в соответствии с источником [16].

Аэроионный состав воздуха

При нахождении работника в закрытом помещении, в результате процесса дыхания, происходит выделение "тяжелых аэроионов" -положительно заряженных частиц. Данные компоненты оказывают неблагоприятное воздействие на организм человека. В связи с этим, аэроионный состав воздуха контролируется при проведении производственного санитарного контроля, при аттестации рабочих мест по условиям труда и др.

В соответствии с [17] нормированию подвергаются концентрации аэроионов положительной и отрицательной полярности $r^+, r^{3/4}$ и коэффициент униполярности U .

Ионный состав воздуха должен содержать следующее количество отрицательных и положительных аэройонов: минимально необходимый уровень 600 и 400 ионов в 1 см^3 воздуха; оптимальный уровень 3 000-5 000 и 1 500-3 000 ионов в 1 см^3 воздуха; максимально допустимый — 50 000 ионов в 1 см^3 воздуха.

Электробезопасность

Электрические установки, к которым относятся ЭВМ, представляют для человека большую потенциальную опасность. В процессе эксплуатации или при проведении профилактических работ человек может коснуться частей, находящихся под током.

Согласно классификации помещений по электробезопасности дипломный проект разрабатывался в помещении без повышенной опасности (класс 01 по ГОСТ 12.1.019 – 85), характеризующимся наличием следующих условий:

напряжение питающей сети 220В, 50Гц;

относительная влажность воздуха не более 75%;

средняя температура не более 35°C;

наличие деревянного полового покрытия.

При нормальном режиме работы оборудования опасность электропоражения невелика, однако, возможны режимы, называемые аварийными, когда происходит случайное электрическое соединение частей оборудования, находящихся под напряжением с заземленными конструкциями.

Основными техническими способами и средствами защиты от поражения электрическим током являются:

- защитное зануление;
- выравнивание потенциалов;
- защитное заземление;
- электрическое разделение сети;
- изоляция токоведущих частей;
- оградительные устройства и другое.

Такие способы, как защитное заземление и изоляция применяются в помещении отдела разработки печатных плат. Из реально возможных аварийных случаев можно выделить пробой изоляции. В лаборатории отдела разработки печатных плат не имеется не защищенных изоляцией токоведущих частей электроустановок. Для контроля состояния электрической изоляции проводов, производят периодические испытания изоляции. Периодическое измерение сопротивления изоляции позволяет своевременно выявить и устранить повреждения.

Анализ опасных и вредных факторов на рабочем месте

Процесс на каталитической установке протекает при высоких температурах (до 350°C) и следствием этого является то, что получаемые продукты находятся в жидком и газообразном состоянии. Это делает их более активными. Большинство ядовитых веществ попадает в организм человека через органы дыхания. Это опасно из-за большой всасывающей способности слизистой оболочки носа и дыхательной поверхности легких. В процессе гидрогенизации сырьем является среднее масло, содержащее нефтяные, парафиновые и ароматические углеводороды. Получаемые бензины содержат до 20% ароматических углеводородов (бензол, толуол и т.д.). Они относятся к

ядовитым (токсичным) веществам. Помимо этого в состав выделяющихся газов входят такие газы как сероводород и аммиак.

Сероводород – высокотоксичный нервный яд, вдыхание которого в концентрации 1000 мг/м³ и выше может привести к смерти. При хроническом отравлении сероводородом у человека наблюдается расстройство нервной, сердечно – сосудистой системы, органов пищеварения и дыхания, ПДК – 10 мг/м куб.

Таким образом действие на организм углеводородных компонентов с сероводородом многообразно. Прежде всего страдает нервная система, сердечно-сосудистая система, возможны поражения печени.

В воздухе кроме токсичных веществ содержится так называемая производственная пыль. В процессе каталитического гидрогенизации выделение пыли происходит при дроблении и транспортировке катализатора. Длительный контакт с производственной пылью в данном случае приводит к хроническому заболеванию легких – силикозу.

Поэтому важно знать какая предельно предельно-допустимая концентрация этих веществ должна быть в воздухе, чтобы они не оказывали сильного влияния на организм человека. По определению ПДК вещества в воздухе рабочей зоны: концентрация которая при ежедневной работе без средств защиты в течении 8 часов или другой продолжительности но не более 40 часов в неделю в течении всего рабочего стажа не могут вызвать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья.

Для некоторых веществ класс опасности может быть изменен на более низкий, даже при высокой ПДК. Это объясняется тем, что при высокой разовой концентрации вещества в рабочей зоне влияние на организм человека может многократно усилится. Примером таких веществ используемых на рассматриваемом производстве могут являться сероводород, бензол и его гомологи.

Таблица 26 – Предельно-допустимые концентрации токсичных веществ в воздухе рабочей зоны (ГН 2.2.5.1313-03)

Наименование	ДК _{р.з.} , мг/м ³	Класс опасности	Примечание
Сероводород	0	2	При большой концентрации — в результате поражения обоняния — не чувствуется тяжелый запах сероводорода. При малых концентрациях вначале наблюдается раздражение конъюнктивы и роговицы глаз, симптомы воспаления в носовой полости, кашель, слабость, слюноотделение, головная боль, понижение артериального давления, учащенный пульс; при более длительном поражении может развиваться отек легких.
Оксид углерода	0	4	Токсическое действие СО проявляется тканевой гипоксией. СО соединяется с гемоглобином, образуя карбоксигемоглобин
Пары нефтепродуктов	0	3	После вдыхания паров возникает кашель, отдышка; нарастает отдышка, появляются кашель, боли в груди, всё более усиливающееся затруднение дыхания.

Продолжение таблицы 26.

Моноэтаноламин (МЭА)	1	2	Обладает щелочными свойствами, поэтому при попадании на открытые участки кожи, есть риск ожога. Острая токсичность. Наблюдается вегетативно-сосудистая дистония, хронический диффузный бронхит и изменения функций печени
Аммиак	20	4	При остром отравлении аммиаком поражаются глаза и дыхательные пути, при высоких концентрациях возможен смертельный исход. Вызывает сильный кашель, удушье, при высокой концентрации паров — возбуждение, бред. При контакте с кожей — жгучая боль, отек, ожог с пузырями. При хронических отравлениях наблюдаются расстройство пищеварения, катар верхних дыхательных путей, ослабление слуха.

К средствам защиты от попадания на кожу вредных химических веществ служат резиновые перчатки, лабораторные халаты, шапочки, обувь. Для защиты дыхательных путей от действия вредных химических веществ служат специальные ватно-марлевые повязки, респираторы, противогазы. Для защиты слизистой оболочки глаз можно использовать специальные очки. Средством

защиты от поражения вредными химическими веществами служит также точное соблюдение техники безопасности и инструкций к используемым веществам.

Заключение

В данной дипломной работе исследовался процесс компаундирования, его основные этапы и технология. Сконструирован смеситель с рамной мешалкой, для проведения финального процесса производства моторного топлива. Кроме того, с помощью программы «Compaunding», разработанной кафедре Химической технологии топлива Института природных ресурсов Томского политехнического университета и позволяющей рассчитывать показатели качества бензинов с учетом неаддитивности смешения потоков по октановому числу, было подобрано множество рецептур товарных бензинов разных марок.

По результатам проведенной работы мы можем сделать следующие выводы:

1. Программа «Compaunding» зарекомендовала себя с наилучшей стороны. С ее помощью можно точно и быстро рассчитать октановые числа, физические данные и процентное содержание различных веществ в конечном продукте процесса компаундирования, что позволяет экономить время и денежные средства. Это подтвердил пересчет реальных показателей производства товарных бензинов с помощью данной программы.

2. Программа «Compaunding» выдает адекватные результаты с малой погрешностью. Так погрешности расчетных данных по относительно экспериментальных данных составила: по содержанию в товарных бензинах серы – 0,09%, бензола – 0,07%, олефинов – 0,14% и ароматических углеводородов – 0,09% не превышает 0,1%, а в показателях ОЧИ и ОЧМ – 0,13% и 0,11 соответственно.

3. Полученные рецептуры товарных бензинов различных марок – значительно выгоднее, с экономической точки зрения, чем реальные моторные топлива, которые производятся на НПЗ. Так себестоимость топлива марки 98А при реальном производстве составляет от 23149 до 24048 рублей за тонну, а

стоимость аналогичного продукта рассчитанного с пощбю программы «Compaunding» составляет от 21082 до 22567 рублей за тонну продукта. Что касается бензинов марки 80А – их себестоимость колеблется от 16176 до 17028 рублей за тонну, когда себестоимости топлива рассчитанного при помощи программы «Compaunding» составляют от 15627 до 16720 рублей. Таким образом выгода от внедрения в производство рассчитанных нами рецептур составит 2067 рублей с тонны топлива марки 98А и 549 рублей с тонны топлива марки 80А.

Приложение А

(справочное)

Производственные данные

Таблица 1 – характеристики моторных топлив марок 92А и 95N

Марка бензина	92А	92А	95N	95N
Параметр	Значение	Значение	Значение	Значение
ОЧИ	92,69	92,55	96,4	96,04
ОЧМ	85,21	86,44	88,08	88,77
ДНП потока	54,44	52,01	26,19	46,57
Плотность потока, кг/м ³	35,81	370,08	236,97	207,69
Вязкость потока, с*Па	2,82	21,63	18,27	11,64
Н-парафины, %мас	4,1113	4,9273	2,4536	1,4313
Изо-парафины, %мас	-2,3589	26,4283	4,062	1,8656
Нафтены, %мас	18,6739	7,8823	12,9632	14,7211
Олефины, %мас	11,3723	5,8144	8,5821	8,9517
Бензол, %мас	1	0,7	0,3	0,3
Ароматика, %мас	12,3461	23,1243	32,3552	31,9943
Сера, %мас	0,0004	0,0002	0,0003	0,0003
Себестоимость, руб/т	18077,74	19445,59	20345,14	23456,38
ОЧ по потокам	92,85	95,53	97,18	96,96

Таблица 2 – характеристик моторных топлив марок 92М и 92N

	92М	92N	92N	92N
Параметр	Значение	Значение	Значение	Значение
ОЧИ	92,91	92,1	85,48	85,21

ОЧМ	86,14	85,52	53,41	54,44
ДНП потока	47,53	55,82	145,67	35,81
Плотность потока, кг/м3	123,94	56,78	7,76	2,82
Вязкость потока, с*Па	12	3,66	5,3926	4,1113
Н-парафины, %мас	1,78	4,35	11,935	2,35
Изо-парафины, %мас	10,03	0,42	14,34	18,67
Нафтены, %мас	16,99	18,00	9,38	11,37
Олефины, %мас	13,378	10,9707	1	1
Бензол, %мас	0,9	1	10,78	12,34
Ароматика, %мас	29,4654	12,2409	0,0003	0,0004
Сера, %мас	0,0008	0,0004	18959,45	18077,74
Себестоимость,руб/т	19289,67	18181,35	92,49	92,85
ОЧ по потокам	93,6	93,26	92,44	92,69

Таблица 3 – характеристики топлив марок 92N и 95 премиум

	92N	95 премиум	95 премиум	95 премиум
Параметр	Значение	Значение	Значение	Значение
ОЧИ	92,69	92,55	96,4	96,04
ОЧМ	85,21	86,44	88,08	88,77
ДНП потока	54,44	52,01	26,19	46,57
Плотность потока, кг/м3	35,81	370,08	236,97	207,69
Вязкость потока, с*Па	2,82	21,63	18,27	11,64
Н-парафины, %мас	4,1113	4,9273	2,4536	1,4313
Изо-парафины, %мас	2,3589	26,4283	4,062	1,8656
Нафтены, %мас	18,67	7,88	12,96	14,72
Олефины, %мас	11,3723	5,8144	8,5821	8,9517

Бензол, %мас	1	0,7	0,3	0,3
Ароматика, %мас	12,3461	23,12	32,35	31,99
Сера, %мас	0,0004	0,0002	0,0003	0,0003
Себестоимость,руб/т	18077,74	19445,59	20345,14	23456,38
ОЧ по потокам	92,85	95,53	97,18	96,96