

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ
УЗБЕКИСТАН**

**ТАШКЕНТСКИЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ
ИНСТИТУТ**

На правах рукописи
УДК 621.43.502.7

МИРВОСИКИЙ МИРАЗИЗ ВОСИЛ УГЛИ

**Исследование по использованию на транспорте альтернативных
топлив и снижения канцерогенных выбросов с ОГ ДВС.**

5A310604 – “Автомобили и автомобильные хозяйства”

Диссертация

на соискание академической степени магистра

Научный руководитель
Доц., к.т.н. А.Тургунов

Тошкент 2013

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

ТАШКЕНТСКИЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ ИНСТИТУТ

**Факультет: Эксплуатации
автомобильного транспорта
Кафедра: Техническая эксплуатации
автомобилей
2011-2013 учебный год**

**Студент магистратуры:
Мирвосикий Миразиз
Восил угли
Научный руководитель: к.т.н.
доц. Тургунов Ахмаджан
Махмудович
Специальность: 5А310604-
“Автомобили и автомобильное
хозяйство”**

АННОТАЦИЯ МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ

Магистерская диссертация на тему: «Исследования по использованию на транспорте альтернативных топлив и снижению канцерогенных выбросов с ОГ ДВС»

Обоснование темы диссертации. Реальные результаты в решение проблемы снижения вредного воздействия автотранспорта на окружающую среду возможны если энергетическая политика государства будет составной частью планирования, организации и управления как на самом автотранспорте, так и сферах его производства и в отраслях – потребителях автотранспортной продукции.

В Республике Узбекистан со дня независимости, государством во главе с Президентом И.А.Каримовым проводится политика обеспечения выше указанной цели, наряду с этим ведутся изыскательские работы по разработке и добычи энергоносителей, которые свою очередь дают возможность энергетической независимости республики.

Актуальность темы. Диссертационная работа посвящена актуальной проблеме исследованию альтернативных топлив и их влияние на канцерогенность и токсичность в ОГ дизелей.

Цель работы. Разработка научно-технических, конструкторских, организационных мероприятий по использованию на транспорте альтернативных топлив с целью снижения канцерогенных выбросов с обработавшими газами ДВС.

Задачей диссертационной работы. Является внедрения газоконденсатных топлив в отдаленных месторождениях газа и газовых конденсатов для использования в дизельных двигателях.

Объекты и предмет исследования. Является исследования и изучения канцерогенных выбросов внутригородских транспортных дорогах, применения альтернативных видов топлив, работа дизельного двигателя на Газли-нефти и рекомендации использования газовых

конденсатов Республики Узбекистан в дизельных двигателях. Которые позволят уменьшить канцерогенных выбросов в окружающую среду.

Методология исследований. При изучении вопроса были использованы методика исследования канцерогенности атмосферы, методика расчета оптимального фракционного состава дизельных топлив, методика ускоренного определения показателей смесевых газоконденсатных топлив.

Научная новизна исследования. Научной новизной магистерской диссертации является, исследование физико-химических показателей газовых конденсатов Республики Узбекистан и их влияние на канцерогенность в ОГ дизелей. Экспериментальное исследование дизельного двигателя на чистом газовом конденсате Газли-Нефти. Которые дают возможность рекомендации по их применению в ДВС.

Практическая значимость и внедрение результатов исследования. Предлагается концепция расчета экономических и токсикологических характеристик дизеля при переменной плотности воздуха в условиях высокогорья и жаркого климата Республики Узбекистан

Структура и состав работы. В первой главе: Состояния вопроса и задачи исследования рассматриваются вопросы экологических факторов угрожающих здоровью человека, основные источники вредных выбросов, бластомогенность нефтепродуктов и фотохимия загрязнения атмосферы городов, где определяется доля фотохимической диссоциации БП, но дальнейшая фотохимия этого процесса не исследуется. Показано что имеется вероятность образования из БП более сильных канцерогенных соединений. В котором заключается большая опасность выбросов БП в атмосферу с ОГ ДВС.

В второе главе: Приводиться методологическая обеспечение исследования, в котором приводиться ссылка на характерном методике исследований, методика исследование канцерогенности атмосферы, методика расчета и ускоренного определения смесевых газоконденсатных топлив, процессы испарения и самовоспламенения.

В третьей главе: приводится исследование физико-химических показателей Республики Узбекистан, расчет оценочных показателей ДВС, исследования системы самоочищающимися фильтроэлементами, показатели процесса впрыскивания топлива, показатели рабочего процесса дизелей, дымности, токсичности и канцерогенности отработавших газов и перспектива производства экологически чистых дизельных топлив.

Краткая обобщенная формулировка выводов и предложений.

Проведенное теоретическое и экспериментальное исследование позволит увеличению ресурсов дизельных топлив за счет расширенного фракционного состава с улучшенными экологическими показателями.

Научный руководитель:

к.т.н. доц. Тургунов А.М.

**Магистр гр. 501-11 «Автомобили и
автомобильное хозяйство»**

Мирвосикий М.В.У

Содержание

Введение	
Глава 1. Состояние вопроса и задачи исследования	
1.1. Важнейшие экологические факторы, угрожающие здоровью человека.....	
1.2. Основные источники вредных выбросов.....	
1.3. Бластомогенность нефтепродуктов и фотохимия загрязнения атмосферы городов.....	
1.4. Цели и задачи исследования.....	
Глава 2. Методологическое обеспечение исследований	
2.1 Принцип методического обеспечения исследований.....	
2.2 Характерные методики исследований.....	
2.3 Методика исследования канцерогенности атмосферы.....	
2.4 Методика расчета оптимального фракционного состава дизельных топлив.....	
2.4.1 Методика ускоренного определения показателей смесевых газоконденсатных топлив.....	
2.4.2 Процессы испарения и самовоспламенения.....	
Глава 3. Исследования газовых конденсатов Республики Узбекистан	
3.1 Исследование физико-химических показателей.....	
3.2 Расчет оценочных показателей ДВС.....	
3.3 Расчет фильтрации топлив.....	
3.3.1 Расчёт самоочищающихся фильтроэлементов.....	
3.3.2 Топливная система для эксплуатационных испытаний.....	
3.3.3 Исследования системы с самоочищающимися фильтроэлементами.....	
3.4 Показатели процесса впрыскивания топлива.....	
3.5 Показатели рабочего процесса дизели, дымности, токсичности и канцерогенности отработавших газов.....	
3.6 Перспектива производства экологически чистых дизельных топлив.....	
Выводы и заключение	
Литература	
Приложения	

Введение

Обоснование темы. Реализация научно-технических достижений в различных областях человеческой деятельности сопровождается обострением противоречий, возникающих между необходимостью охраны природы, количественной и качественной исчерпаемостью ее ресурсов и ограниченной способностью природных комплексов к самоочищению требуют принятия срочных мер по энергоэкологическому обеспечению природоохранной деятельности.

Исключительно важное значение приобретают вопросы эффективной транспортной работы и перевозки пассажиров, а также энергоэкологических показателей топлив.

Сегодня, как никогда, стоит остро вопрос об использовании экологически чистых топлив, с быстро развивающимся парком автотранспорта, особенно, в крупных городах.

Предмет и объект исследования. Является исследования и изучения канцерогенных выбросов внутригородских транспортных дорогах, применения альтернативных видов топлив, работа дизельного двигателя на Газли-нефти и рекомендации использования газовых конденсатов Республики Узбекистан в дизельных двигателях. Которые позволят уменьшит канцерогенных выбросов в окружающую среду.

Цель работы: Разработка научно-технических, конструкторских, организационных мероприятий по использованию на транспорте альтернативных топлив с целью снижения канцерогенных выбросов с обработавшими газами ДВС.

Задачей диссертационной работы является внедрения газоконденсатных топлив в отдаленных месторождениях газа и газовых конденсатов для использования в дизельных двигателях.

Основное задачей и гипотезой научного исследования является исследования и изучения канцерогенных выбросов внутригородских транспортных дорогах, применения альтернативных видов топлив, работа дизельного двигателя на Газли-нефти и рекомендации использования газовых конденсатов Республики Узбекистан в дизельных двигателях. Которые позволят уменьшит канцерогенных выбросов в окружающую среду и тем самым увеличит ресурсов дизельных топлив.

Короткий обзор литературе: В 1987г. опубликован доклад Всемирной комиссии по окружающей среде и развитию “Наше общее будущее”, который является одной из основных вех на пути поведения вопроса обоснованного и экологически разумного развития до уровня политики и принятия решений.

Указанной комиссией выделены следующие важнейшие факторы [1] порождающие всеобщую обеспокоенность и имеющие прямое отношение к здоровью человека:

- атмосферное загрязнение от многочисленных источников транспорта, промышленности, сельского и домашнего хозяйства;
- токсичные вещества, входящие в пищевые цепочки и подпочвенные воды, потребляемые в конечном итоге человеком;
- расщепление озона стратосферы, что могло бы привести к повышению заболеваемости раком у животных и человека и разомкнуть пищевую цепь океана.

Используемые как действующие ТУ, ГОСТ(ы), так и разработанные [17, 19,23] методы анализа ФХП топлив, спектрального анализа масел, количественного и качественного содержания БП в пробах фильтров Петрянова;

безмоторные [2, 5, 6, 27, 26], предусматривающие использование действующих или разработку специальных установок [2, 5, 6] для обеспечения проведения исследований;

моторные [7] на действующих установках по известным методикам ускоренных испытаний;

стендовые [3, 4, 8, 10, 16, 17, 29+бег.бар], на специализированных стендах [3,4,8,10,16];

ходовые [34] по методике НИИАТ;

эксплуатационные [14,24,26,33,35] по действующим [33] или разработанным [14,24-26,35] методикам; теоретическим [15,18-20,22] по методикам.

В силу большого количества методик автор посчитал целесообразным представить по одной из лабораторных [13], стендовых [16], эксплуатационных [33] и теоретических [37] исследований.

Наибольшие выбросы за счёт сгорания в кг/т топлива имеют карбюраторные двигатели ($\Sigma = 353,95$ усл.ед.), а дальше в порядке уменьшения идут дизели ($\Sigma = 90,1$), электростанции, работающие на жидком топливе ($\Sigma = 36,6$), бытовые и промышленные потребители ($\Sigma = 32,4$), электростанции и бытовые потребители, работающие на угле [29, 35 и 56 соответственно]. Это разделение довольно условно и вступает в противоречие с другими источниками [3,9-13,74] и др.

В докладе Комитета экспертов ВОЗ [23] сообщалось, что в генезе $\frac{3}{4}$ всех опухолей повинны канцерогенные вещества. Одной их трудностей изучения проблемы отдалённого действия химических веществ, включая бластомогенное, является необходимость трудно осуществляемых длительных сроков наблюдения [15, 16, 17, 21, 25, 30, 31, 36, 42 и др.].

По Л.М.Шабаду [36] индикатором канцерогенных веществ в атмосфере принято считать бенз(а)пирен (БП). Но следует обязательно учитывать, что чистый БП в малых дозах в 1000 раз менее опасен чем в смеси с другими УВ.

Поэтому до настоящего времени вопрос о пороговом действии химических канцероген является дискуссионным, хотя Л.М.Шабад предложил пороговую дозу БП, приводящую к летальному исходу, равную $M_{\text{БПЛ}} > 4,3$ мг.

Методология исследований исходит из основной цели работы, заключающейся в снижении канцерогенной загрязнённости атмосферы города за счёт исследования альтернативных топлив и комплекса организационно-технических, инженерно-технологических, конструктивных, эксплуатационных мероприятий.

Реализация поставленной цели, достигается решением методических, теоретических, конструктивных, организационно-профилактических мероприятий, направленных на снижение выбросов БП.

Методические решения опираются на: действующие методики, ТУ, ГОСТ(ы), инструкции; методические разработки магистранта методические разработки теоретического плана, используемые для решения определённых задач, поставленных перед настоящим исследованием.

Теоретическая и практическая ценность исследования.

Предлагается концепция расчета экономических и токсикологических характеристик дизеля при переменной плотности воздуха в условиях высокогорья и жаркого климата Республики Узбекистан.

Работа дизельных двигателей на различных газоконденсатных смесевых топлив которые уменьшают канцерогенные выбросы с ОГ дизелей.

Научная новизна исследования: Научной новизной магистерской диссертации является, исследование физико-химических показателей газовых конденсатов Республики Узбекистан и их влияние на канцерогенность в ОГ дизелей. Экспериментальное исследование дизельного двигателя на чистом газовом конденсате Газли-Нефти. Которые дают возможность рекомендации по их применению в ДВС.

Краткая характеристика содержания диссертации.

В первой главе: Состояния вопроса и задачи исследования рассматриваются вопросы экологических факторов угрожающих здоровью человека, основные источники вредных выбросов, бластомогенность нефтепродуктов и фотохимия загрязнения атмосферы городов, где определяется доля фотохимической диссоциации БП, но дальнейшая фотохимия этого процесса не исследуется. Показано что имеется вероятность образования из БП более сильных канцерогенных соединений.

В котором заключается большая опасность выбросов БП в атмосферу с ОГ ДВС.

В второе главе: Приводиться методологическая обеспечение исследования, в котором приводиться ссылка на характерном методике исследований, методика исследование канцерогенности атмосферы, методика расчета и ускоренного определения смесевых газоконденсатных топлив, процессы испарения и самовоспламенения.

В третьей главе: приводится исследование физико-химических показателей Республики Узбекистан, расчет оценочных показателей ДВС, исследования системы самоочищающимися фильтроэлементами, показатели процесса впрыскивания топлива, показатели рабочего процесса дизелей, дымности, токсичности и канцерогенности отработавших газов и перспектива производства экологически чистых дизельных топлив.

Тема магистерской диссертации: ”Исследования по использованию альтернативных топлив и снижению канцерогенных выбросов с ОГ ДВС. ”

Глава 1. Состояние вопроса и задачи исследования

1.1 . Важнейшие экологические факторы, угрожающие здоровью человека

В 1987г. опубликован доклад Всемирной комиссии по окружающей среде и развитию “Наше общее будущее”, который является одной из основных вех на пути поведения вопроса обоснованного и экологически разумного развития до уровня политики и принятия решений.

Указанной комиссией выделены следующие важнейшие факторы [1] порождающие всеобщую обеспокоенность и имеющие прямое отношение к здоровью человека:

- атмосферное загрязнение от многочисленных источников транспорта, промышленности, сельского и домашнего хозяйства;
- токсичные вещества, входящие в пищевые цепочки и подпочвенные воды, потребляемые в конечном итоге человеком;
- расщепление азона стратосферы, что могло бы привести к повышению заболеваемости раком у животных и человека и разомкнуть пищевую цепь океана.

Косвенным путем влияют на здоровье человека следующие антропогенные изменения в окружающей среде:

- “оранжерейный эффект” (парниковый или тепловой), вызванный сгоранием ископаемых топлив, что приводит к пересыщению воздуха продуктами полного сгорания (CO_2 и H_2O) и угрожает повышением температур на Земле, достаточным для на насения ущерба сельскому хозяйству и повышения уровня моря;
- “кислые (кислотные) дожди”, которые после выпадения губят леса, озера, растительность, почву;
- “опустынивание”, ежегодно превращающее в пустыню и засолению около 6 млн.га. плодородной земли;
- “обезлесивание”, приводящее к потере 11 млн.га. леса в год [1] .

Общественное развитие бросает вызов среде обитания, здоровью человека и сопровождается изменением в распределении основных причин заболеваемости. Более 1/3 населения земного шара в небезопасном и неблагоприятном естественном окружении, 84 % развивающихся стран без надлежащих санитарных условий.

На болезни, связанные с создавшейся ситуацией приходится около 3/4 всех заболеваний и каждая вторая смерть в развивающихся странах (5-7 млн. смертей Диареи, 9 млн. ослепших, 200 млн. шистосомоза, 360 млн. случаев трахомы [1]) .

Причем, при общем повышении заболеваемости инфекционные болезни (за исключением СПИД) отсутствуют, растут хронические, дегеративные заболевания, смертельные несчастные случаи, раковые заболевания.

Риск экологических бедствий технического прогресса, непрерывно возрастает из-за следующих глобальных проблем:

энергетической урбанизации, умножения источников вредных факторов окружающей среды, социально обусловленных загрязнений.

По сведениям ВОЗ в развивающихся странах открытое горение топливной биомассы в жилищах с неудовлетворительной вентиляцией влечет за собой угрозу смерти и тяжелых болезней примерно для 800 млн. человек. Половина человечества лишена удовлетворительного водоснабжения.

Урбанизация, более половины человечества сейчас живут в городах, это приводит к дополнительным побочным стрессам и повышенному риску.

Следует особо отметить интенсивность солнечного излучения, рис. 1.1. [2] , которое влияет на химическое превращение органических соединений в атмосферном воздухе.

Основное количество энергии солнца приходится на максимум длины волны 0,47 мкм. Часть солнечной энергии поглощается тропосферой, содержащей пары воды, CO₂; O₂, аэрозоли, частицы пыли, что повышает оранжерийный (парниковый) эффект энергетического фактора за счет разогрева при конденсации воды. Наиболее “жесткие” ультрафиолетовые (УФ) лучи задерживаются в стратосфере азоновым (O₃) слоем.

Главным источником теплоты для атмосферы является подстилающая её поверхность, которая поглощает большую часть солнечной радиации, рис. 1.2. [3]. Количество солнечной радиации, поступающей в атмосферу, зависит от угла падения солнечных лучей на земную поверхность, в результате чего в южных широтах фотохимические реакции с продуктами сжигания углеводородного сырья могут играть довольно существенную роль. Характерными показателем масштабов производства являются: суммарное мировое потребление ресурсов, региональное потребление на души населения, темпы роста потребления, соотношение производства и потребления, добычи нефти или других энергоисточников и т.д.

Характерно, что темпы и уровень расширения масштабов производства находятся в прямой зависимости от энергопотребления, состоящего из электро-, тепло- и топливопотребления , которые как правило приводятся к единицам условного топлива (1кг у.т.=8.16 кВт·ч), имеющего низшую теплоту сгорания 29.3 МДж/нм³ для газообразного топлива.

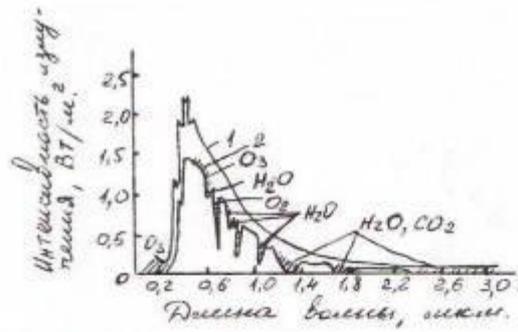


Рис. 1.1
 Интенсивность солнечного излучения за пределами атмосферы (1) и на уровне моря (2) в зависимости от длины волны [1].
 Заштрихованы участки, соответствующие линиям поглощения указанных компонентов

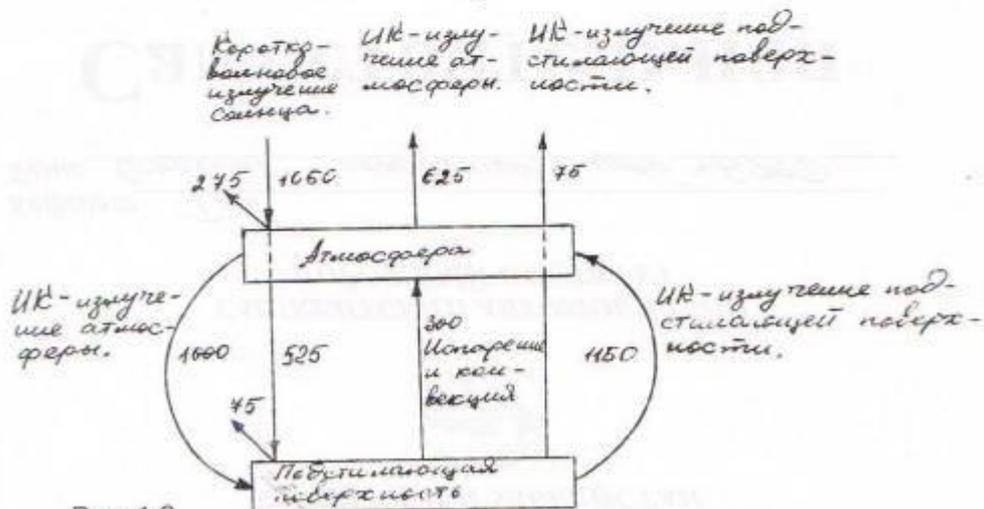


Рис. 1.2
 Тепловой баланс атмосферы и земной поверхности
 [потоки радиации в $\text{кДж}/\text{см}^2 \cdot \text{год}$]

Годы	?	1975	1980	1985	1990	2000	2010	2020
энер.потр								(прогноз)
Млрд.т.топ.		8.8	11.0	15	17	25	32	36
%к 1975		100	125	171	193	283	363	409

Ниже приводятся обобщенные данные по мировому энергопотреблению по основным энергоисточникам.

Годы	Рост энергопотребления, %	Потребность					
		В нефти		В газе		В угле	
		Рос т, %	Млн. бар/день	Рос т, %	Млрд.тон н усл.топ.	Рост, %	Млрд.то нн усл.топ.
1960...1970	4.5	-	-	-	-	-	-
1970...1980	3.1	-	-	-	-	-	-
1980...1990	2.0	-	-	-	-	-	-
1990...2000	2.1	2.2	97.8	2.5	2.156	2.3	2.811
2000...2010	1.8	1.5	90.2	2.5	2.767	2.0	3.415
2010...2020	1.5	1.1	100.7	2.5	3.526	1.2	3.842

Сущность проблем энергопотребления на транспорте и на автотранспорте, в частности, заключается в том, что общий расход энергии на транспорте в развитых странах составляет 12...25% от всего энергобаланса. Например: Россия-12%, Англия-15%, США-25%. Свыше 90% потребленной энергии на транспорт составляет светлые нефтепродукты.

Баланс радиационного потока солнечной энергии, называемой иначе энергетическим балансом (R) земной поверхности равен сумме турбулентного потока от подстилающей поверхности (P) и потока от неё в почву (A), а также затрат тепла на испарение (LE), (скрытая теплота и скорость испарения), т.е. $R=LE+P+A$. Средние широтные величины составляющих энергетического баланса земной поверхности в Северном полушарии представлены в табл. 1.1.

Средние широтные величины энергетического баланса, Кдж/см²

Таблица 1.1

Широта, Град, Сек.	Океаны				Суша		
	P	LE	P	A	P	LE	P
70-60	96,4	138,3	67,04	-108,94	83,8	58,66	25,14
60-50	121,51	163,41	67,04	-108,94	125,7	79,61	46,09

50-40	213,69	222,07	58,66	-67,04	188,55	100,56	87,99
40-30	347,77	360,34	54,47	-67,04	251,4	96,4	155,03
30-20	473,47	439,35	37,71	-4,19	289,11	108,94	205,31
20-10	438,61	414,81	25,14	58,66	297,49	121,51	175,98
10-0	481,85	335,2	16,76	129,88	301,68	201,12	100,56

В последнее время указанные важнейшие экологические факторы приводят к угрожающему повышению онкологических заболеваний, которые догоняют, а в ряде регионов превысили количество сердечно-сосудистых заболеваний.

Резкое повышение содержания канцерогенных углеводородов (КУВ) объясняется повышенным их выбросом промышленными источниками, автотранспортом, источниками сельского и домашнего хозяйства. Возникает круговорот КУВ в биосфере, т.к. они поглощаются ОС и попадают в воду, пищевые продукты возвращаются в организм человека. В соответствии с работой [4] содержание бензапирена (БП) индикатора КУВ, за 15 лет с 1969 по 1984г.г. в атмосфере бывшей Узбекской ССР возросло в 4 раза, суммарных углеводородов (УВ) в 3 раза.

За многие годы бездумной эксплуатации производственных мощностей без учёта из экологических показателей почвенный покров крупных городов вобрал в себя массу канцерогенов. Например [5], геохимическое картографирование всей территории Бауманского района г. Москвы позволило установить, что интенсивность и площадь загрязнения возросли на 20-30%. Свободный анализ этой карты с таблицей заболеваемости населения, составленной в ИМГРЕ, выявил, что динамика роста онкозаболеваний, органов дыхания, бронхиальной астмы приходится именно на районы с интенсивным загрязнением. Учёные института считают, что нужна немедленная очистка почвы, хотя она обойдётся дорого.

Таким образом, говоря о загазованности атмосферного воздуха конкретного района, нельзя не задуматься о загрязнении почвы, воды, растительности, т.к. происходит почвоутомление, т.е. нарушение состава и численности почвенных микроорганизмов (грибков, бактерий), гидрогенной аккумуляции, приводящих к накоплению КАУ в почвенных водах.

Особенность городских условий определяется в замкнутости территории. Отсюда [73]: высокая плотность населения, теснота застройки, густота транспортной сети, огромная масса средств передвижения и степень промышленного загрязнения определяют климат больших городов.

Урбанизация, конечно, проводит к локализации выбросов, которую следует рассматривать ещё в одном аспекте - социальном.

Отсталая технология, несоблюдение требований к ПДВ, отсутствие надёжных методов и средств контроля ещё больше усугубляет экологическую региональную ситуацию.

В Узбекистане проблема оздоровления городской среды исключительно остра из-за социальных факторов, а также из-за специфических условий, которые обуславливают высокий потенциал загрязнения атмосферы (ПЗА). [74] Республика относится к 1У (высокому) и У (очень высокому) ПЗА. В этом плане градостроительным решениям, которые могут приводить к изменению ветрового режима города и организации движения транспортных потоков должно уделяться самое большое внимание.

1.2. Основные источники вредных выбросов

Большая часть существующих проблем по загрязнению воздушной среды является результатом индустриальной деятельности, организации безотходной технологии и методов транспортировки, иначе говоря – результатом использования человеком энергии.

Воздух представляет собой смесь газов, которая окружает Землю сравнительно тонким слоем. Большая часть воздуха (95%) сконцентрирована в слое толщиной 20 км от уровня моря, выше которого плотность уменьшается и переходит в вакуум космического пространства на высоте нескольких сот километров над поверхностью планеты. Нижняя часть этого слоя, тропосфера, имеет толщину около 8 км на полюсах и 16-18 км на экваторе [3]. На большей части земной поверхности человеческая активность ограничивается первыми 2-мя километрами атмосферы. Контамитанты (КМ), выделяющиеся в процессе этой активности, выбрасываются непосредственно в атмосферу, где они непосредственно перемешиваются и разносятся.

Для того, чтобы загрязнители (контамитанты) могли ими считаться, их содержание в атмосфере должно значительно превышать фоновую концентрацию или установленные для них ПДК [7].

Наиболее важные в этой группе газов те, которые присутствуют в воздухе всех городов мира, а именно: SO₂, NO, NO₂, CO, непредельные, ароматические углеводороды. Другие активные газы также могут стать причиной загрязнения воздуха, если их концентрации слишком высоки (хлор, фтор, кислотные соединения). Однако эти концентрации скорее локальны, а их ПДК на порядок или ниже, чем газов.

Когда сбалансированы ПДК, тогда природа справляется с дополнительными выделениями, являющимися деятельностью человека, с помощью естественных стоков, т.к. производительность естественных источников в большинстве случаев выше искусственных. Например,

естественное выделение сероводорода H₂S в 100 раз, аммиака в 100 раз, СО в 10 раз, углеводородов в 10-20 раз выше, чем искусственных. Наиболее опасны выделения, которые выше или на уровне естественных: SO₂ (в 12 раз), CO₂ (на уровне). Проблема загрязнения, табл.2, прилож.1 в принципе осреднена для всей территории. Довольно опасно, с одной стороны, неравномерное распределение потребления энергии по широтам и полушариям земного шара, т.к. в северном полушарии сосредоточенно более 90% мировой индустрии в основном между 30 и 60 град. Северной широты, табл.1.2

Распределение потребления энергии по широтам северного полушария земного шара

Таблица 1.2

Широта Град.с.ш.	% потребления энергии по северному полушарию
0 - 10	2,0
10 - 20	3,0
20 - 30	6,0
30 - 40	25,7
40 - 50	28,2
50 - 60	32,5
60 -70	2,6
И Т О Г О :	100%

Если учесть, что в широтах 30-60 град.с.ш. проживает в городской черте т.е. в непосредственной близости к энергоёмким источникам более 70 % населения, то опасность воздействия их на природу (экосистему) возрастает на порядок и более.

В литературе сведения об основных источниках вредных выбросов (довольно разноречивы. Приведём основные из них и попыта проанализировать (табл.1.3) в количественном отношении.

Среднее количество эмиссий источников горение 1 кг/т топлива

Таблица 1.3

Внутреннее горение			Внешнее горение			
Контоменант	Двигатель Отто	Двигатель дизеля	Жидкое топливо		Уголь	
			Электростанции	Бытовые и промышленные потребители	Электростанции	Бытовые и промышленные потребители
Моноксид углерода	395	9	0,005	0,025	0,25	2,5
Оксиды азота	20	33	14	10	10	4
Оксиды серы	1,55	6	20,8	20,8	19	19
Улеводороды	34	20	0,42	0,26	0,1	5
Адельгиды и органические кислоты	1,4	6,1	0,08	0,25	0,0025	0,0025
Взвешенные частицы	2	16	1,3	1,12	8А	2,8А

S: чтобы получить количество выделяющейся серы, нужно умножить данное число на % содержания серы в топливе.

A: чтобы получить количество выделяющихся взвешенных частиц, нужно данное число умножить на % содержания золы в топливе (большинство котлов снабжено золоуловителями и эмиссия составляет от 1 до 10% вычисленного содержания золы).

Из табл.1.3 следует, что наибольшие выбросы за счёт сгорания в кг/т топлива имеют карбюраторные двигатели ($\Sigma = 353,95$ усл.ед.), а дальше в порядке уменьшения идут дизели ($\Sigma=90,1$), электростанции, работающие на жидком топливе ($\Sigma = 36,6$), бытовые и промышленные потребители ($\Sigma=32,4$), электростанции и бытовые потребители, работающие на угле [29, 35 и 56 соответственно]. Это разделение довольно условно и вступает в противоречие с другими источниками [3,9-13,74] и др.

В табл.1.4 по данным [13] представлена оценка годового выброса загрязнителей в 1973 г. в США. Подвижные источники являются основными загрязнителями атмосферы по сумме выбросов, а также по CO, C_nH_m, NO_x, по SO_x – стационарные энергетические установки. Из последних, наибольший выброс у коммунальных стационарных источников. В зависимости от социально-экономической структуры государств, технического уровня энергетических установок, а также внедряемых в жизнь природоохранных мероприятий эти показатели могут меняться, но на сегодняшний день справедливым продолжает оставаться одно: наиболее «валовым» годовым выбросом обладает транспорт. Поэтому не вдаваясь в дискуссию с авторами количественном распределении рассмотрим сравнительные данные выбросов между карбюраторными и дизельными двигателями. Это тем более необходимо, т.к. настоящая работа посвящена мероприятиям по снижению выбросом автотранспортом.

Оценка годового выброса загрязнителей в 1973 г (США)

Таблица 1.4

Источники	Взвешенные частицы	SO _x	CO	C _n H _m	NO _x	%
Все подвижные источники	900	1150	159300	27850	16250	57,3
Энергетические паровые котлы	4083	28150			16053	13,5
Топливная промышленность	296	4943	10490	228		5,0
Промышленные котлы	6867	7774			2069	4,7
Утилизация отходов	2993		5320		7283	4,3
Металлургическая промышленность	1118	5021	4768			3,0
Строительство	3323					0,9
Сельское и лесное хозяйство	2583		275	23	2	0,8

Химическая промышленность	1035	830			115	0,6
Неконтролируемые источники	8592	631	21205	3623	1593	9,9
В С Е Г О :	31790	46499	2011268	41007	36082	100

Современные автотранспортная система должна отвечать следующим требованиям:

- она должна удовлетворять существующим и перспективным социально-экономическим критериям развития экономики и общества;
 - транспортные средства должны иметь строго регламентируемый расход топлива, отражающий достижения НТП в экономике;
- Технологические процессы должны оказывать минимально возможные негативные воздействия на ОС;
- транспортные средства должны иметь высший уровень специализации и одновременно с этим быть максимально приспособленными к условиям гибкой технологии автотранспортного процесса.

Транспортный технологический цикл (ТТЦ) – это создание, прежде всего, направление на повышение эффективности функционирования автотранспортной системы по наиболее важным критериям -выбросу ВВ и расходу топлива.

Одновременно с этим целесообразно оптимизировать транспортный процесс и по другим не менее важным параметрам: производительности труда, безопасности дорожного движения и комфортности проезда.

Из года а год вводятся новые требования к экологической безопасности автомобилей с 1999 г. введен новый стандарт ГОСТ Р 51206-98. «Автотранспортные средства. Содержание вредных веществ в воздухе салона и кабины». Стандарт распространяется на АТС категорий М₁, М₂, М₃, N₁,N₂,N₃ по ГОСТ 22895 с двигателями внутреннего сгорания с искровым зажиганием, дизелями, а также с газодизелями и устанавливает требования: к номенклатуре вредных веществ в воздухе салона и кабины АТС и их предельно допустимым концентрациям: к методам определения содержания (массовые концентрации) вредных веществ в воздухе салона и кабины АТС и наружном воздухе в зоне испытаний АТС.

С 1999 г также вводит новый стандарт ГОСТ Р 51105-97 «Топлива для двигателей внутреннего сгорания. Неэтилированный бензин». С 2000 г. вводится стандарт ГОСТ Р 51313. где установлены 4 типа автомобильных бензинов с ОЧИ 80,91,95,98, массовая доля серы допускается не более 0.1%, концентрация свинца в неэтилированном бензине не более 0.013г/дм³. Объемная доля для всех типов не более 5%.

В таблице 1.4.1. приводится динамика ужесточения норм выбросов ВВ в соответствии с Правилами ЕЭК ООН для автомобилей с дизелями до 3.5м.

Таблица 1.4.1.

Наименование стандарта	Год ввода	Выбросы вредных веществ, г/кВт ч			
		СО	СН	NO _x	ТЧ
Евро 0	1992	4.9	1.23	9.0	0.40
Евро 1	1993	4.5	1.10	8.0	0.36
Евро 2	1996	4.0	1.10	7.0	0.15
Евро 3 Газодизель с нейтрализатором Газовый двигатель	1999	2.1	0.66	5.0	0.10
		2.0	0.30	4.0	0.06
		2.0	0.50	3.5	0.05
Евро 4 (прогноз)	2003-2005	1.5	0.50	3.5	0.08
Евро 5 (прогноз)	2006-2009	1.0	0.50	2.0	0.05

В таблице 1.4.2. приводится динамика ужесточения норм Правил 24,83 ЭЭК ООН для легковых автомобилей массой до 1250 кг (карб/диз.)

Таблица 1.4.2.

Наименование стандарта	Год ввода	Выбросы вредных веществ, г/км			
		СО	СН	NO _x	ТЧ
Евро 0	1992				
Евро 1	1993	2.72 / 2.72	-	0.97/ 0.97 **	- / 0.140*
Евро 2	1996	2.20 / 1.00	-	0.50 / 0.67	- / 0.080
Евро 3	2000	1.50 / 0.60	0.17 / 0.06	0.14 / 0.50	- / 0.050
Евро 4	2005	0.70 / 0.47	0.08 / 0.05	0.07 / 0.25	- / 0.025
Евро 5 (прогноз)	2008	0.40 / 0.32	0.08 / 0.05	0.04 / 0.14	- / 0.015

*- для дизелей

** - СН+ NO_x

В табл.1.4.1 и 1.4.2 представлен состав выхлопных газов по разным источникам. [94]

1.3 Бластомогенность нефтепродуктов и фотохимия загрязнения атмосферы городов

Продукты нефтепереработки оказывают непосредственное влияние на состав ОГ двигателей внутреннего сгорания (д.в.с.), соприкасающихся с человеком, а среди определенных групп населения в конкретных климато-географических условиях анализ этиологии опухолей человека и осуществлений мероприятий по их профилактике требуют тщательного изучения факторов, от которых зависит уровень заболеваемости и смертности от злокачественных опухолей. Требуется глубокое исследование значения

факторов среды, с другой стороны, индивидуальных особенностей человека, проживающего в районе влияния определённых внешних комплексов и внутренних условий. Краткая справка по материалам [15] об анализе влияния канцерогенности окружающей среды на организм человека представлена в приложении 2.

По данным ВОЗ [1271, Женева 1983] в 1970-х годах в биосферу Земли введено 2 млн. разных химических соединений. Человечество для своих нужд использует около 0,5 млн. химических соединений, причём, только 10 тыс. из них производится в количествах от 0,5 до 1000т/год. Ежегодно в мире синтезируется более 250 тыс. новых химических соединений, из которых около 300 находят применение в промышленности и могут поступать в ОС. Поэтому необходимо гигиеническое нормирование продуктов нефтепереработки.

Позиции гигиенического нормирования определяются нижеследующими качественными и количественными особенностями параметров окружающей среды:

быстрым увеличением числа различных по своей природе и биологическому действию факторов в ОС;

сложным спектром воздействия этих факторов на организм человека по интенсивности и режимам;

возможности одновременного воздействия разнообразных факторов на организм человека при условии их поступления из различных объектов ОС.

Если первая особенность обуславливает необходимость поиска ускоренных методов оценки биологического действия и гигиенического нормирования отдельных факторов ОС, вторая особенность разработки оценок интермитирующего действия этих факторов, то третья обуславливает необходимость разработки схемы единого гигиенического нормирования и интегральной комплексной оценки совокупности всех факторов ОС.

Существенное значение приобретает вопрос о возможности гигиенического нормирования химических соединений с учётом отдалённых последствий [7] .

Н.Н.Блохин [16] обращает внимание на то, что наиболее реальный путь профилактики предраковых заболеваний-выявление канцерогенных факторов и их устранение. Изучение этих вопросов является частью проблемы изучения отдалённых последствий влияния химических соединений на организм одной из актуальнейших проблем современной гигиены [17] .

В докладе Комитета экспертов ВОЗ [23] сообщалось, что в генезе $\frac{3}{4}$ всех опухолей повинны канцерогенные вещества. Одной их трудностей изучения

проблемы отдалённого действия химических веществ, включая бластомогенное, является необходимость трудно осуществляемых длительных сроков наблюдения [15, 16, 17, 21, 25, 30, 31, 36, 42 и др.].

По Л.М.Шабаду [36] индикатором канцерогенных веществ в атмосфере принято считать бенз(а)пирен (БП). Но следует обязательно учитывать, что чистый БП в малых дозах в 1000 раз менее опасен чем в смеси с другими УВ.

Поэтому до настоящего времени вопрос о пороговом действии химических канцероген является дискуссионным, хотя Л.М.Шабад предложил пороговую дозу БП, приводящую к летальному исходу, равную $M_{\text{БПЛ}} > 4,3$ мг.

В хронических опытах на белых крысах Н.Я.Янышева [35] установила зависимость силы канцерогенного эффекта (частоты развития рака лёгкого) от вводимой дозы БП и доказала, что максимальная бластомогенная доза (МНБД) этого вещества для крыс $M_{\text{МНБД}} = 0,02$ мг. Эта величина и была положена на основу расчёта ПДК БП во вдыхаемом воздухе, т.к. она не вызывает развития опухолей лёгких крыс, даже при комбинированном введении её с другими канцерогенными или не канцерогенными полициклическими УВ.

Первым этапом расчёта ПДК является переход от МНБД крысы к человеку. Т.к. концентрация БП в лёгочной ткани при прочих равных условиях обратно пропорциональна массе органа, то исходят из соотношения массы лёгких «стандартного человека», равной 1000г. и средней массы лёгких лабораторных крыс (1,5г.).

$$M_{\text{НБДчел.}} = M_{\text{ДБД}} * 1000/1,5 = 13,3 \text{ мг.}$$

Эта величина хорошо согласуется с литературными данными, согласно которым суммарное не профессиональное отложение БП в лёгких человека за 70 лет жизни составляет 12-16 мг. [Валлер, 1952, Блэклок, 1954].

Для расчёта ПДК [15] приняты:

$M_{\text{НБДчел.}}$ – 13,3 мг; минутный объём дыхания, равный физическому труду средней тяжести; продолжительность рабочей смены равная 8 часов;

число рабочих дней в году при 6-ти дневной рабочей неделе – 300;
максимальная продолжительность профессионального стажа (от 16 лет до 60) – 44 года;

100 % - первичное отложение БП в лёгких.

$$\text{Тогда: } ПДК = \frac{13,3 \cdot 10^3 \cdot 10^2}{15 \cdot 60 \cdot 8 \cdot 10^{-3} \cdot 300 \cdot 44} = 14 \text{ мкг} / 100 \text{ м}^3$$

или округлённо 15 мгк/100 м³.

Предложенная для БП ПДК в воздухе рабочей зоны [15] утверждена Главным Государственным санитарным врачом Союза ССР №999 от 30.11.72г. и является первым в мире опытом гигиенического нормирования канцерогенов [Шабад Л.М., Саноцкий И.В., Бруевич Т.С., Канцельсов Б.А., Янышева Н.Я., Шучаев Б.В.] .

Для воздуха населённых мест определена ПДК = 0,000001 мг/м³ [7, с.105]

Признаком возникновения смога является появление голубоватой дымки и ухудшение видимости. Наблюдается сильное раздражение слизистых оболочек дыхательных путей и глаз, повышение заболеваемости, смертности. Основными вредно действующими химическими соединениями смога являются озон О₃ и перокси ацетил нитрат (ПАН). Слой стратосферного озона фильтрует поступающую УФ радиацию в биологически активной области спектра. Озонная защита позволила сформироваться жизни на планете, поэтому разрушение озонного слоя должно рассматриваться как угроза существующим формам жизни.

На санитарно-гигиенические характеристики воздуха оказывают влияние особенности баланса конкретного компонента в атмосфере, а именно время его пребывания (промежуток времени между его поступлением М_х и стоком из неё N_х). Эта величина неодинаково для каждой из молекул. Поэтому пользуются усредненной характеристикой, включающей функцию распределения вероятности пребывания.

Тогда среднее время пребывания Р (τ) компонента в атмосфере применительно к конкретному региону:

$$\bar{\tau} = \int_0^{\infty} \tau \cdot p(\tau) d\tau \quad (1.1)$$

Учитывая приток и сток компонента, его материальный баланс можно записать уравнениями 1-го порядка:

$$\begin{aligned} \frac{dm_x}{dt} &= M_x - N_x \\ N_x &= \lambda_x \cdot m_x \end{aligned} \quad (1.2)$$

где λ_x - коэффициент средней скорости стока.

При неизменном количестве компонента X получаем уравнение стационарного состояния

$$M_x - \lambda_x m_x = 0; \bar{\tau}_x = \frac{m_x}{M_x}; \tau_x = \frac{1}{\lambda_x} \quad (1.3)$$

Скорость поступления компонента M_x определяется эмиссией из природных и антропогенных источников, а для многих соединений скоростью образования непосредственно в атмосфере в результате химических реакций.

Стоки N_x включают в себя процессы переноса в другие резервуары (например, из тропосферы в стратосферу), сорбцию и осаждение на подстилающую поверхность и процессы химической трансформации компонента X в атмосфере.

На рис.1.3 показаны основные типы химических превращений в нижних слоях атмосферы [3].

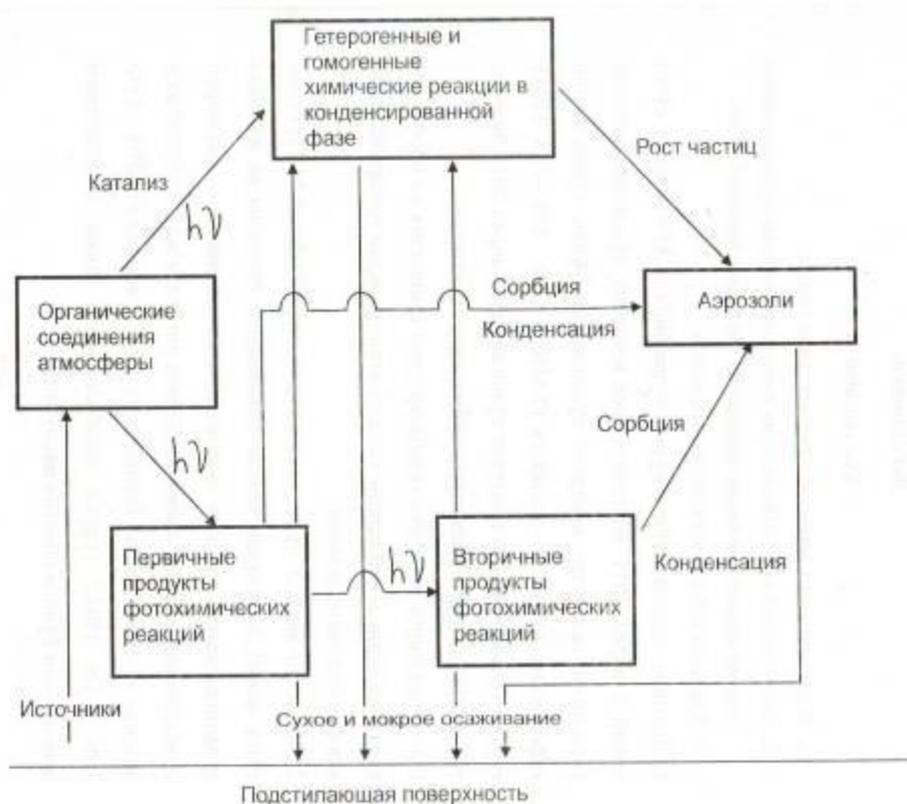


Рис. 1.3 Превращения летучих органических компонентов в атмосфере.

Электронно-возбуждённые молекулы органических соединений вступают в многоступенчатые газо фазные химические реакции под действием солнечной радиации (квантов света). Сорбция газообразных примесей может происходить в ночное время, т.к. минеральные компоненты могут служить катализаторами.

При поглощении кванта света с частотой ν могут происходить следующие процессы:

образование электронно-возбуждённых молекул $A+h\nu \rightarrow A^*$;

дезактивация за счёт флуоресценции $A^* \rightarrow A+h\nu$;

дезактивация за счёт соударения с другими молекулами $A^*+Q \rightarrow A+Q^*$;

диссоциация $A^* \rightarrow B+C$.

Спектры поглощения молекул содержат серии линий, соответствующие изменениям энергии при переходе электронов на более высокий энергетический уровень. Линейчатый спектр при уменьшении превращается в сплошной и эта граница соответствует энергиям, достаточным для разрыва связей молекулы. Например энергия диссоциации связи N-O в молекуле NO₂ равна 300,8 кДж/моль ($\lambda = 397,7$ нм). Однако при комнатной температуре фотолиз NO₂ протекает на 36% даже при облучении светом с длиной волны $\lambda = 404,7$ нм за счёт теплового возбуждения молекулы. По Эйнштейну каждый квант поглощенного света в области сплошного спектра вызывает элементарную химическую реакцию, но за счёт побочных явлений эффективность процесса определяется величиной квантового выхода Ψ_λ :

$$\Psi_\lambda = \frac{\text{число прореагировавших молекул}}{\text{число поглощенных квантов}} \quad (1.4)$$

Для процессов фотолитического разложения введено понятие коэффициента фотодиссоциации j : Если молекула A разлагается под действием света $A+h\nu \rightarrow B+C$, то скорость процесса выражается уравнением:

$$-\frac{d[A]}{dt} = j[A] \quad (1.5)$$

Величина j зависит от квантового выхода Ψ_λ при поглощении света с длиной волны λ , интенсивности j_A потока квантов (квант* см⁻² *с⁻¹) и

δ_λ -сечения поглощения молекулой света с длиной волны λ (см²*молекула⁻¹):

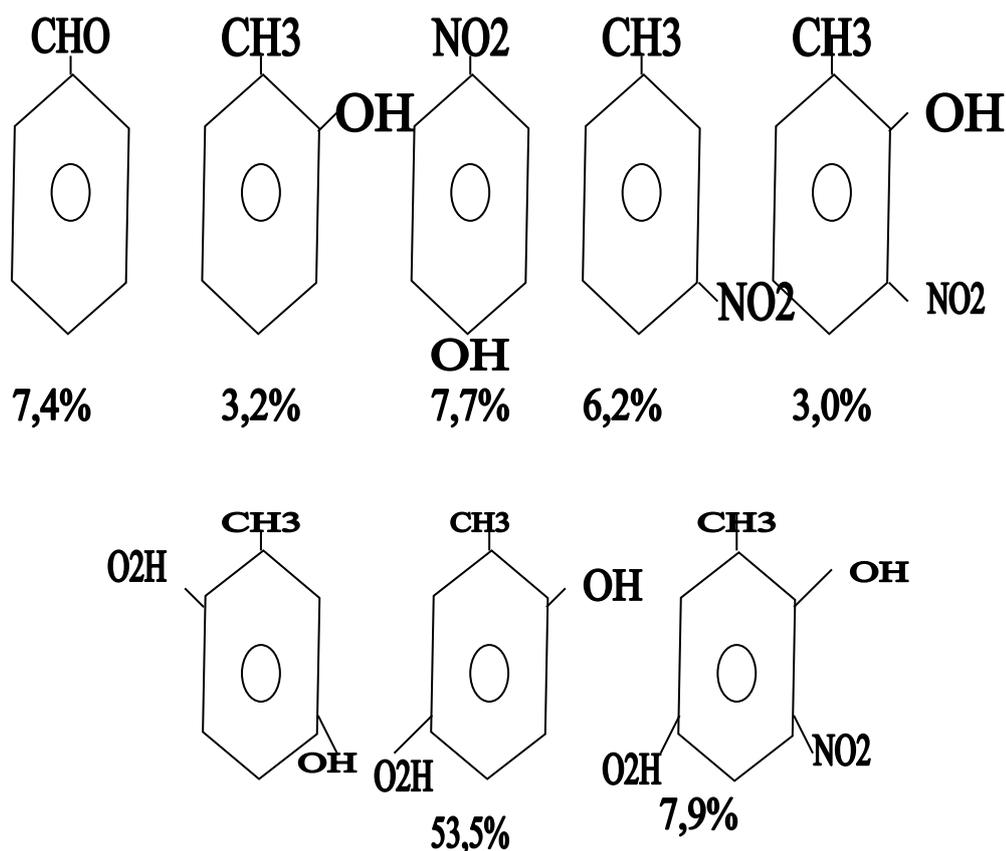
$$j = \int_0^\infty \Psi_\lambda \cdot j_A \delta_\lambda \cdot d\lambda \quad (1.6)$$

Размерность коэффициента фото диссоциации [t⁻¹] .

На долю бензола и его гомологов приходится 30-40% суммы УВ в воздушном бассейне современных городов. К настоящему времени получены

данные о составе образующихся продуктов и на их основании предложены механизмы химических реакций этих соединений. Эксперименты с использованием смоговых камер показывают, что реакционная способность ароматических УВ сильно зависит от степени замещенности бензольного кольца: с её увеличением возрастает активность УВ в фотохимических реакциях.

Группой японских авторов [48] было установлено, что при облучении светом с длиной волны более 300 нм. В присутствии NO₂ за 5 ч. при комнатной температуре в реакцию вступает около 10% бензола с получением нитробензола и нитрофенолов. В опытах с толуолом в реакцию вступало при тех же условиях 25% УВ. Среди продуктов присутствовали бензальдегид, крезол, а также большое количество нитро соединений:

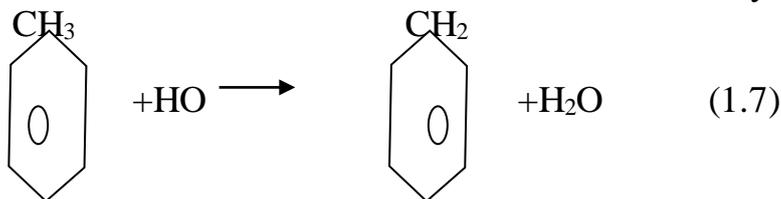


Некоторые из них обнаруживались в атмосфере крупных городов и проба атмосферных осадков в г.Иокогама.

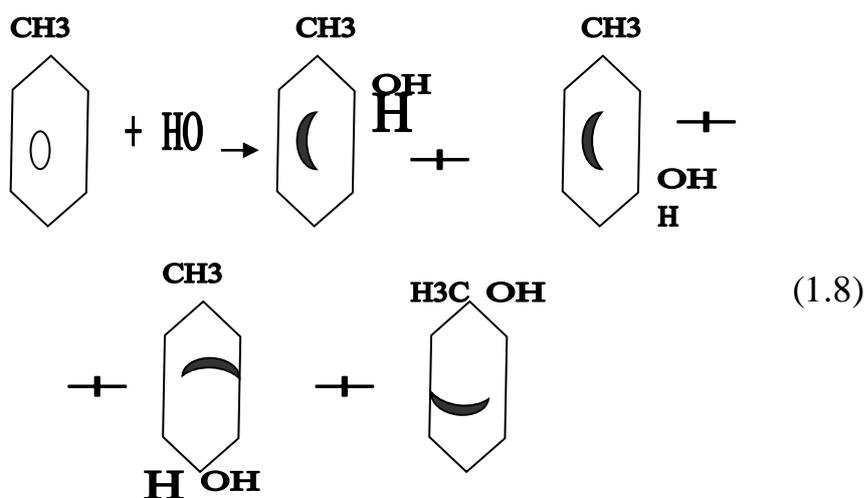
Доля продуктов замещения в ароматическом ядре невелика. Поэтому было предложено, что более 80% бензола и толуола образует продукты фрагментации ароматического кольца. В опытах с толуолом [49-51] такими продуктами являются карбёонильные соединения формальдегид,

ацетальдегид, акролеин, глиоксаль, метилглиоксаль, диацетил и цис-2-бутен, 1,4-диаль.

Газофазное окисление АУ начинается с атаки молекулы радикалом гидроксила:



либо через присоединение к кольцу [49]:



Отношение скоростей процессов отщепления атома водорода и присоединения радикала HO оценивается величиной 0,16. Дальнейшие превращения бензильного радикала приводит к образованию бензальдегида:

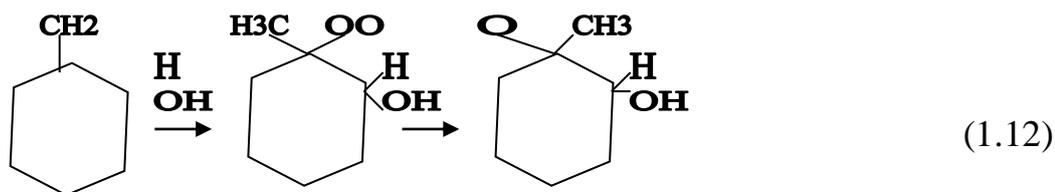


Константа скорости реакции (1.7) $k=(0,95-1,1) \times 10^{-12} \text{см}^3/\text{мо-лекула}$.

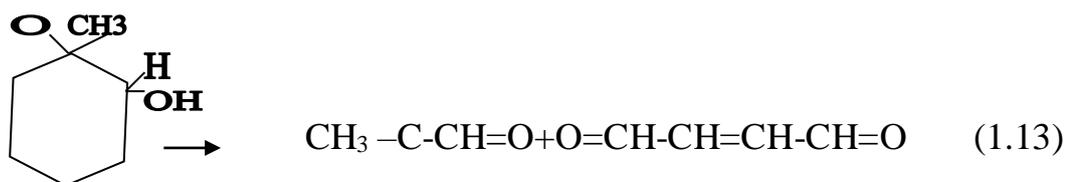
Пероксибензильный радикал быстро реагирует с NO ($k = 4 \times 10^{-12}$).

Взаимодействие (1.11) происходит медленнее ($k=1,4 \times 10^{-12}$).

Взаимодействие бициклических радикалов с молекулой O₂ приводит к пероксидным радикалам, которые затем реагируют с оксидом азота



Предполагается, что фрагментация образовавшихся алкоксильных радикалов приводит к α - и β -дикарбонильным соединениям:



Получающиеся α -дикарбонильные соединения легко разлагаются. Например, метилглиоксаль под действием света разлагается со скоростью превышающей скорость фотолиза формальдегида в 15 раз [49]. В этом заключается одна из особенностей, отличающих окисления АУ от окисления алканов и алкенов. Другая состоит из связывании значительных количеств, удаляемых из атмосферы в виде нитрофенолов. Особенно большое значение этот процесс должен иметь в случае сильно загрязненного городского воздуха.

Исследованию окисления полиядерных АУ посвящены немногочисленные исследования. По сообщению ВОЗ (1978г) БП реагирует как с озоном, так и с диоксидом азота. В первом случае среди продуктов обнаружены изомерные полиядерные хидоны с молекулярной массой 282, а также гидроксиды и дигидроксипроизводные БП. При взаимодействии с NO_2 главными продуктами были 1-3 и 6-нитробенз(а)пирена, обладающие высокой мутагенной активностью. Отмечалось, что скорость реакции с NO_2 увеличивалась, если в систему вводили HNO_3 .

Это наводит на мысль о возможности нитрования сорбированных частицами полиядерных АУ не только по обсуждаемому выше радикальному, но и по электрофильному механизму. Следует предположить также, что продукты окисления ПАУ в сильной степени зависят от природы частиц, в состав которых они входят.

В диссертационной работе определяется доля фотохимической диссоциации БП, но дальнейшая фотохимия этого процесса не исследуется. Выше было показано, что имеется вероятность образования из БП более сильных канцерогенных соединений. В этом заключается большая опасность выбросов БП в атмосферу с ОГ д.в.с.

1.4 Цели и задачи исследования

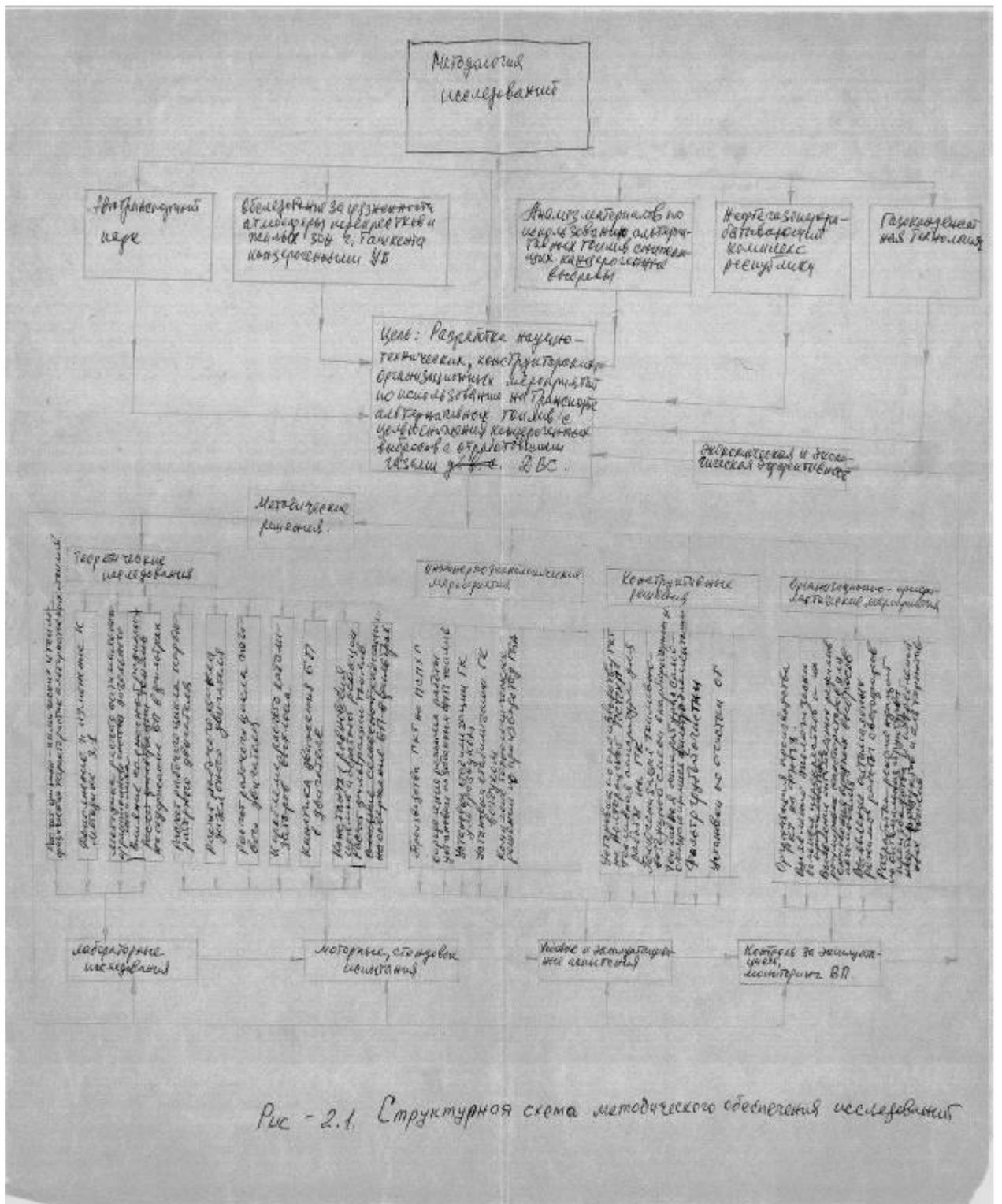
Целью магистерской диссертации определяется на основании анализа литературных источников, направленных на исследование альтернативных топлив, снижение канцерогенных выбросов, а также фактической загазованности атмосферы г. Ташкента канцерогенными УВ.

Глава 2. Методологическое обеспечение исследований.

2.1 Принцип методического обеспечения исследований.

Методология исследований исходит из основной цели работы, заключающейся в снижении канцерогенной загрязнённости атмосферы города за счёт исследования альтернативных топлив и комплекса организационно-технических, инженерно-технологических, конструктивных, эксплуатационных мероприятий.

Реализация поставленной цели, рис.2.1, достигается решением методических, теоретических, конструктивных, организационно-профилактических мероприятий, направленных на снижение выбросов БП.



Методические решения опираются на:

действующие методики, ТУ, ГОСТ(ы), инструкции;

методические разработки магистранта

методические разработки теоретического плана, используемые для решения определённых задач, поставленных перед настоящим исследованием, рис.2.1.

Основные теоретические исследования исключают следующие основные направления:

- определение влияния интенсивности движения автотранспорта на выброс БП с ОГ автомобилей и разработку требований к оптимальному режиму работы светофоров с позиции максимального снижения вредных выбросов;
- совершенствования существующих методов расчёта процесса сгорания для определения кинетики БП в КС и выхлопном тракте двигателя внутреннего сгорания (д.в.с);
- определение влияния солнечной радиации на стабильность БП в атмосфере;
- разработка технических принципов производства экологически чистых ГКТ;
- разработка новых методов расчёта рабочего цикла и физико-химических показателей топлив;
- разработка новых методов расчёта экологического ущерба народному хозяйству.
- Конструктивные решения направлены на: усовершенствования топливной аппаратуры (ТА) дизельных двигателей;
- разработку устройств, снижающих выброс БП в выхлопном трубопроводе;
- разработку установки по производству ГКТ.
- Организационно-профилактические мероприятия включают:
 - направление выбросов БП;
 - разработку мероприятий по оздоровлению воздушного бассейна и оценки их экологической эффективности;
 - контролю источников загрязнения канцерогенными УВ;
 - контролю за технической эксплуатацией автомобилей;
- мониторингу БП.

Вышеперечисленные исследования, разработки, мероприятия базируются на проведении лабораторных исследований, стендовых ходовых, эксплуатационных, износных испытаний автомобилей, контроля технической эксплуатации и мониторинге.

2.2 Характерные методики исследований

Используемые как действующие ТУ, ГОСТ(ы), так и разработанные [17, 19,23] методы анализа ФХП топлив, спектрального анализа масел, количественного и качественного содержания БП в пробах фильтров Петрянова;

безмоторные [2, 5, 6, 27, 26], предусматривающие использование действующих или разработку специальных установок [2, 5, 6] для обеспечения проведения исследований;

моторные [7] на действующих установках по известным методикам ускоренных испытаний;

стендовые [3, 4, 8, 10, 16, 17, 29+бег.бар], на специализированных стендах [3,4,8,10,16];

ходовые [34] по методике НИИАТ;

эксплуатационные [14,24,26,33,35] по действующим [33] или разработанным [14,24-26,35] методикам; теоретическим [15,18-20,22] по методикам.

В силу большого количества методик автор посчитал целесообразным представить по одной из лабораторных [13], стендовых [16], эксплуатационных [33] и теоретических [37] исследований.

2.3. Методика исследования канцерогенности атмосферы

Влияние содержание БП в атмосферных загрязнениях проводились с учётом интенсивности движения автотранспорта и метеорологических условий в течение суток и по сезонам года аспирационным методом отбора проб, предложенным в 1961 г. С.М.Киминой, В.М.Поляковым. схема аспирационной установки непрерывного отбора проб атмосферы воздуха представлена на рис.2.2.

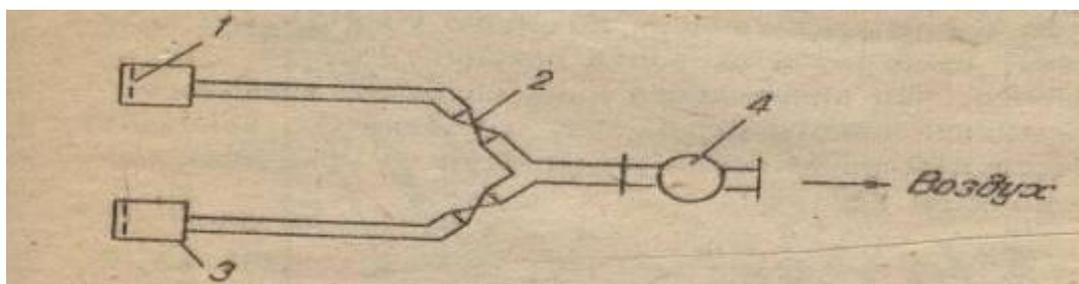


Рис.2.2 Схема аспирационной установки непрерывного отбора проб атмосферы воздуха: 1-алонж с фильтром ФПП-15, 2- двухходовой кран, 3- электродвигатель с насосом (питание 220В) , 4- газовый счетчик.

Аспирация больших количеств атмосферного воздуха через фильтр из ткани ФПП-15 и ФПА-15, площадью 150 см², даёт достаточное количество пыли (порядка 1-4г.) для количественного определения в ней ПАУ. Электродвигатель 0,67 квт при 1200 об/мин, напряжением 220В, насосом (3) прокачивает воздух через фильтр со скоростью 600-700 М в минуту и создаёт разрежение до 2,0х10⁴Па.

Для получения сравнимых результатов объёмы прокачиваемого воздуха приводятся к нормальным условиям (760 мм.рт.ст. и 273 К) по

$$V_o = 0,359 \frac{pV_1}{273 + t} \quad (2.1)$$

Где V₁ – объём прокаченного воздуха при температуре (t) и давлении (P).

Разработанные методики [77-79,92,97,98] не уделяют должного внимания месторасположению аспирационной установки по отношению к центру перекрёстка и преимущественному направлению ветра. Исследования коэффициента диффузии БП от единичного источника расположенного строго по направлению ветра на расстоянии 10 м от аспирационной установки.

2.4. Методика расчета оптимального фракционного состава дизельных топлив

Фракционный состав (ФЦ) дизельных топлив определяет качественное протекание процесса самовоспламенения, самосмеси образования и наиболее полного сгорания. Для «мягкой» работы дизеля в топливе должны содержаться как тяжелые фракции, имеющие низкую температуру самовоспламенения, так и легкие, имеющие большую скорость и полноту сгорания.

Грамотный подбор фракционного состава позволяет обеспечить высокую экономичность и бездымную работу дизельного двигателя.

2.4.1. Методика ускоренного определения показателей смесевых газоконденсатных топлив

Проведенные исследования выявили требования к оптимальным газоконденсатным широкофракционным топливам ТУ-51-125-83. (см.табл.2.1).

В связи с постоянно меняющимся ФХП ГК разработана методика ускоренного определения требуемых ФХП смесевых ГКТ по ТУ-51-125-86 и оценки их качества по двум показателям; определяемым для ГК и дизтоплива: ФСЧ, ро.

№	Наименование показателя	Норма		Метод испытания
		ГШЛ	ГШЗ	
1	Цетановое число, не менее	40	40	3122-76
2	Фракционный состав, °С начало кипения, не ниже 50% перегоняется; не ниже 90% перегоняется; не выше	80 210 360	70 210 360	2177-83
3	Вязкость кинематическая, мм ² /с, не ниже	1,8	1,5	33-83
4	Температура вспышки (в закрытом тигле), °С	Не нормируется, определение обязательно		6356-76

Решение проводится в следующем порядке:

- По кривым ФС находятся $h_{гк}, y_{гк}, h_{д}, y_{д}$;
- По заданной температуре выкипания $T_{50}=483$ К определяются:

$$i_{483_{гк}} = 1 - \exp\left\{-h_{гк} \frac{483 - T_{нкгк} \cdot y_{гк}}{T_{кг}}\right\}, \quad 2.1$$

$$i_{483_{г}} = 1 - \exp\left\{-h_{г} \frac{483 - T_{нкг} \cdot y_{г}}{T_{г}}\right\}. \quad 2.2$$
- Находится процентное содержание ГК в смеси

$$K_{гк} = \frac{0,5 - i_{483_{г}}}{i_{483_{гк}} - i_{483_{г}}}. \quad 2.3$$
- Строится кривая ФС_{см}:

$$i(\bar{t})_{см} = i(\bar{t}_{гк}) \cdot K_{гк} + (1 - K_{гк}) i(\bar{t}_{г}); \quad 2.4$$
- Кинетическая вязкость:

$$v_{см} = v_{гк} \cdot K_{гк} + v_{г} (1 - K_{гк}) - (v_{г} - v_{гк}) \cdot [-0,89 \lg K_{гк} 100^2 + 2,652 (\lg 100 K_{гк} - 1,69)]. \quad 2.5$$
- Температура вспышки:

$$t_{всп} = t_{всп_{ГК}} \cdot K_{ГК_2} + t_{всп_g} (1 - K_{ГК}) - (t_{всп_g} - t_{всп_{ГК}}) - 1,02 \cdot (\lg 10 K_{ГК})^2 + 3,09 (\lg 100 K_{ГК}) - 2,04. \quad 2.6$$

Таким образом, проведенные ТАДИ фундаментальные исследования ГК месторождений Средней Азии и Севера России позволили по-новому подойти к проблеме их промышленного использования как сырья, принципиально отличного от нефти.

Разработанная методика расчета ФХП ГК по 2-м или 3-м замеренным показателям, легко определяемым в условиях месторождения, а также программа расчета на ЭВМ и микрокалькуляторах позволяют в условиях месторождения изготовить топлива с требуемыми качественными показателями. Поэтому в условиях повышающихся объемов добычи ГК и использования оптимальных энерго- и ресурсосберегающих технологий необходимо получать ГКТ на месторождениях или нефтеперерабатывающих заводах и отказаться от действующей сегодня схемы смешения ГК с нефтью для последующей термической переработки и получения нефтепродуктов.

Возможность расчета показателей процесса сгорания, индикаторных и эффективных показателей позволяет разработать рекомендации по эксплуатации дизелей в удаленных районах и в стратегической ситуации без проведения дополнительных исследований.

Результаты работы закреплены двумя авторскими свидетельствами №55063 с приоритетом от 23.06.69г. и № 103312 с приоритетом от 08.04.75г

Наибольший интерес в направлении нашего исследования представляет расчет малотоксичных композиций дизельного топлива. Расчета для 15-ти возможных композиций топлив. (рис.2.3) представлены в табл.2.2 и на рис.2.4.

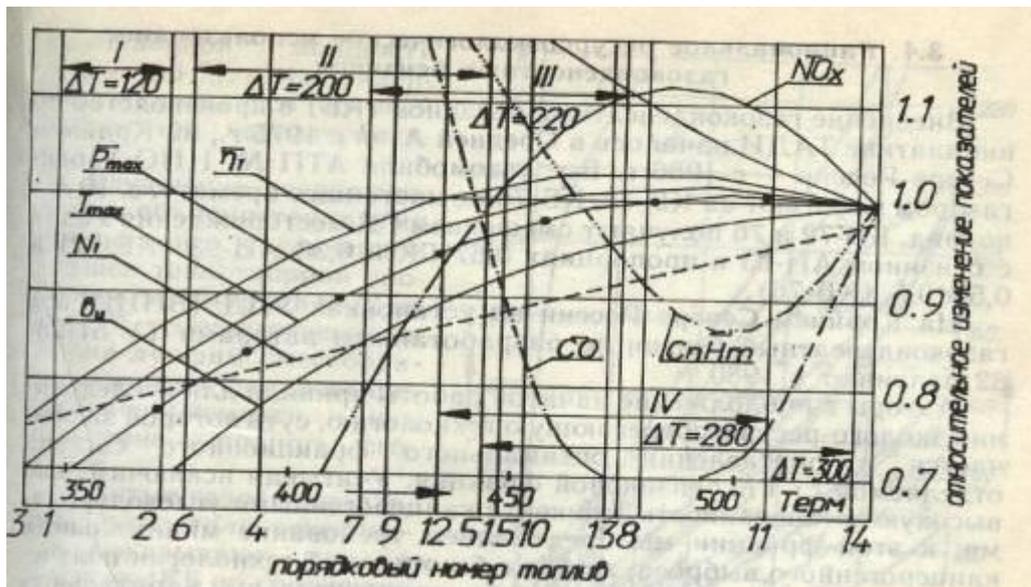


Рис. 2.3. Изменение индикаторных показателей процесса сгорания и состава отработавших газов по группам топлив

Расчетные показатели малотоксичных композиций дизельных топлив.

Таблица 2.2

Группа	№	Наименование показателей	Δ T	у	л	T _{нк}	T ₁₀	T ₂₀	T ₃₀	T ₄₀	T ₅₀	T ₆₀	T ₇₀	T ₈₀	T ₉₀	T _{кк}	θ	ΔT _{ср} мол	ΔT _{ср} ср	ΔT _{ср} куб
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
I	1	Бензиновые	100	2,0	4,4	302	317	324	320	345	341	347	354	361	373	402	0,7	-6,3	-4,3	-1,37
	2	фракции	120	2,7	3,7	302	332	344	354	359	367	347	381	391	402	422	0,87	-8,3	-5,54	-1,82
	3	Керосиновые	120	1,0	2,5	302	309	313	319	326	335	346	360	379	410	422	1,26	-14	-9	-3
	4		200	2,0	4,4	313	343	357	367	379	391	403	415	433	455	513	1,4	-15	-9	-3
II	5	фракции	160	2,7	3,7	353	393	409	422	430	439	449	457	471	486	513	1,16	-11	-7,5	-2,5
	6	Керосиновые	200	1,0	2,5	313	325	331	341	353	369	387	409	439	493	513	2,1	-27	-17	-6
7	260		2,0	4,4	313	353	370	383	399	412	430	446	469	500	573	1,85	-22	-14	-5	
III	8	фракции	220	2,7	3,7	353	408	430	448	459	472	485	498	516	536	573	1,6	-17	-11	-5
	9	Дизельные	220	1,0	2,5	353	366	373	384	397	415	434	459	499	551	573	2,31	-29	-18	-7
IV	10		300	2,0	4,4	333	378	399	414	432	447	468	489	513	549	633	2,14	-27	-17	-6
	11	280	2,7	3,7	353	423	451	473	487	504	521	535	560	585	633	2,03	-23	-15	-5	
	12	280	1,0	2,5	353	370	378	392	409	429	457	487	529	605	633	2,94	-40	-25	-9	
V	13	фракции	300	2,0	4,4	353	398	419	434	452	467	488	509	533	569	653	2,14	-27	-17	-6
	14	320	2,7	3,7	353	433	465	491	507	526	545	561	587	619	673	2,32	-26	-16	-6	
	15	300	1,0	2,5	353	371	380	395	413	437	464	497	542	623	653	3,15	-44	-28	-10	

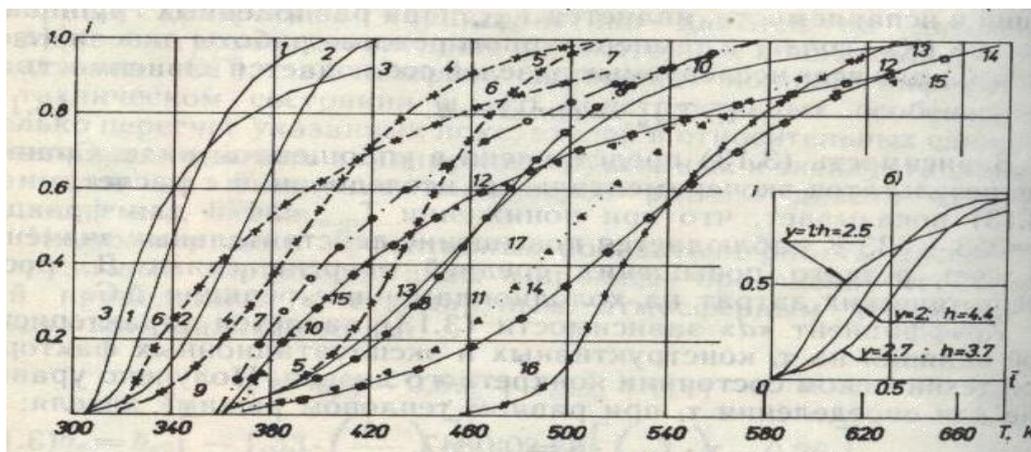


Рис. 2.4. ФС ГК по группам: - • - 1(1,2,3); -X- (4,5,6); - • -O – III (7,8,9); ...Δ .. IV (10,11,12); - □ - V (13,14,15); --«- Л -0,2 ГОСТ 305-82 (16); ГШЛ (17)

Изменение расчетных индикаторных показателей процесса сгорания и экологических характеристик дизелей для 15-ти образцов испытываемых топлив поддаются следующему обобщению:

$$\bar{\eta}_i = \eta_{\tau}^* (-4,4\bar{T}_{\text{ср.м}}^2 + 7,92\bar{T}_{\text{ср.м}} - 2,52), \quad (2.7)$$

$$r = 0,98.$$

$$N_i = \bar{b}_u \cdot \bar{\eta}_i = \bar{\eta}^{1/16} \cdot \eta_{\tau}^* (-4,4\bar{T}_{\text{ср.м}}^2 + 7,92\bar{T}_{\text{ср.м}} - 2,52), \quad (2.8)$$

$$r = 0,97.$$

$$T_{\text{max}} = -4,4\bar{T}_{\text{ср.м}}^2 + 8,1\bar{T}_{\text{ср.м}} - 2,7, \quad (2.9)$$

$$r = 0,96, \quad \sigma = \pm 5.$$

$$\Psi_{p_{\text{max}}} = 28\bar{T}_{\text{ср.м}}^2 - 51\bar{T}_{\text{ср.м}} + 24, \quad (2.10)$$

$$r = 0,96, \quad \sigma = \pm 5.$$

$$\Psi_{T_{\text{max}}} = 57 \cdot \bar{T}_{\text{ср.м}}^2 - 106\bar{T}_{\text{ср.м}} + 50, \quad (2.11)$$

$$r = 0,96, \quad \sigma = \pm 5$$

$$\bar{\varphi}_x = \bar{\varphi}_{p_{\text{max}}} \cdot \bar{\varphi}_{T_{\text{max}}} \cdot \bar{\varphi}_{\tau_i}, \quad (2.12)$$

где $\bar{\varphi}_{\tau_i} = \bar{\tau}_i$.

$$\overline{\text{CO}} = 40 \cdot \bar{T}_{\text{ср.м}}^2 - 73 \cdot \bar{T}_{\text{ср.м}} + 34, \quad (2.13)$$

$$r = 0,96, \quad \sigma = \pm 5.$$

$$\overline{\text{NO}_x} = -18,6\bar{T}_{\text{ср.м}}^2 + 34\bar{T}_{\text{ср.м}} - 14,4, \quad (2.14)$$

$$r = 0,96, \quad \sigma = \pm 5.$$

$$\overline{\text{C}_n\text{H}_m} = 24\bar{T}_{\text{ср.м}}^2 - 44,6\bar{T}_{\text{ср.м}} + 21,6, \quad (2.15)$$

$$r = 0,96, \quad \sigma = \pm 5$$

$$\bar{P}_{\text{max}} = -4,4 \cdot \bar{T}_{\text{ср.м}}^2 + 8 \cdot \bar{T}_{\text{ср.м}} - 2,6, \quad (2.16)$$

$$r = 0,96, \quad \sigma = \pm 5.$$

Из-за невозможности комплексной оценки ФХП топлив и отсутствия результатов взаимовлияния их на организацию процесса сгорания, предыдущие исследования довольно неясно, а иногда и противоречиво толковали механизм выброса продуктов неполного сгорания и ОГ дизелей.

Проведенные исследования позволяют определить оптимальные ФХП топлив в зависимости от назначения его работы (карьеры, городские условия и т.д). Как видно из рис.2.4, имеется оптимальная зона по снижению суммарной токсичности при $T_{ср.м.}=450-485$ К (топлива 5,8,10,13,15 с разным ФС)

2.4.2 Процессы испарения и самовоспламенения

Несмотря на большое число исследований процессов испарения и самовоспламенения топлива в дизеле [3,5,6,9,16,23,25], некоторые особенно этой проблемы остаются не до конца ясными. К ним относится зависимость цетанового числа (ЦЧ) от процессов испарения и самовоспламенения топлива в дизеле. Известно, что продолжительность τ_i подготовительного периода определяется как процессами подготовки топливовоздушной смеси, так и химическими факторами. Влияние последних принято обычно выражать ЦЧ. На всех модификациях дизелей ($E=15-16$), за исключением малых подач топлива, самовоспламенение начинается раньше полного испарения топлива. По этой причине разделяют физический τ_{if} (испарение) и химический τ_{ix} (от начала реакций самовоспламенения до отрыва линии сгорания от линии сжатия) периоды самовоспламенения. Оба эти периода взаимосвязаны. Более того, если самовоспламенение происходит в газообразной фазе при испарении УВ смеси, условное разделение, с одной стороны, помогает объяснить ряд явлений, происходящих в факеле распыленного топлива, но, с другой, - уводит от правильного толкования процесса, последнее происходит (это будет показано позднее) потому что процессы самовоспламенения, как правило, начинаются раньше (могут начаться и позже) принятого условного разделения. Поэтому имеются противоречия в трактовке процессов, в которых основную роль отводят конструктивным моментам организации процессов самовоспламенения.

Например, подача топлива на стенку с температурой 523-573К выравнивает влияние ФХП топлив по оценке τ_i и др.

Вот почему накопленный до настоящего времени опыт недостаточен для строгого установления всех факторов, определяющих процессы тепловыделения в КС-дизеля. Так же объясняются и противоречия предложенных за последние 20-25 лет моделей смесеобразования и сгорания.

Одна группа предполагает решающее влияние подогрева и испарения капель топлив на кинетику тепловыделения, другая - первостепенное значение придает развитию процессов в зоне фронта факела. Имеются попытки объединения этих теорий.

Наиболее подробный и объективный анализ существующих теорий проведен в работах [5,23,25], доказывающих, что определяющее значение имеет количество смеси, находящейся в пределах воспламеняемости. К сожалению, отсутствуют работы, анализирующие качественные взаимосвязи и непосредственную роль топлив в этих процессах. Дело в том, что в процессе подготовки процесса горения ФХП испарившихся фракций непрерывно меняются, теплофизические и термодинамические характеристики их также переменны и не соответствуют первоначальным значениям, вычисленным для конкретного топлива. Динамика этих изменений зависит не только от фракционного, но и, в первую очередь, от группового состава.

Особенно резкие изменения происходят при низко-высокотемпературной областях воспламенения. В этом плане исключительно интересной представляется задача расчета состава и термодинамических показателей фракций, участвующих в процессе самовоспламенения.

При внедрении широкофракционных газоконденсатных дизельных топлив мы впервые столкнулись с явлениями хорошего запуска дизелей различных модификаций на топливах с температурой начала кипения $t_{нк}=70-85^{\circ}\text{C}$, концом кипения $360-380^{\circ}\text{C}$. С большим трудом удалось убедить нефтепереработчиков в необходимости снижения ЦЧ до 40 единиц. Эта цифра до сих пор является нижним пределом. Почему, именно, 40, а не 39 или 41? Необходимо теоретическое обоснование возможности снижения ЦЧ и его нижнего предела.

Цетановое число определяют по содержанию цетана ($\text{C}_{16}\text{H}_{34}$ -гексадекан ЦЧ=100, $T_{св}=490\text{ K}$, $T_{кип}=559,8\text{ K}$, $T_{нг}=558\text{ K}$, $T_{ngr}=520\text{ K}$, $\eta=3,45\text{ мПас}$, $T_{кр}=725\text{ K}$, $P_{кр}=1,42\text{ МПа}$, $\rho_0=773\text{ кг/м}^3$, $\Delta H_{исп}=81,1\text{ кДж/моль}$, $\Delta H_{обр}=-373,3\text{ кДж/моль}$, $S^0_{298}=0,8297\text{ кДж/моль K}$, $D=400\text{ кДж/моль}$, $E=68\text{ кДж/моль}$, $Q_H=10033\text{ кДж/моль}$) в смеси с α -метилнафталином ($\text{C}_{11}\text{H}_{10}$ -ЦЧ=0, $T_{св}=898\text{ K}$, $T_{кип}=517,7\text{ K}$, $\eta=0,7\text{ мПас}$, $T_{кр}=871,8\text{ K}$, $P_{кр}=3,25\text{ МПа}$, $\rho_0=1020\text{ кг/м}^3$, $\Delta H_{исп}=60,7\text{ кДж/моль K}$, $\Delta H_{обр}=+116,9\text{ кДж/моль}$, $S^0_{298}=0,3774\text{ кДж/моль K}$, $D=452\text{ кДж/моль}$, $E=85,1\text{ кДж/моль}$, $Q_H=8361\text{ кДж/моль}$).

ЦЧ находят по методу совпадения вспышек на моторной установке ИТ9-3 (ГОСТ 3122-67) с переменной степенью сжатия, оборудованной форсункой со штифтовым распылителем $n=900\text{ мин}^{-1}$, $R_{впр}=10,6\text{ МПа}$. При работе на испытуемом топливе изменением степени сжатия двигателя добиваются такого положения, чтобы при начале впрыска за град п.к.в. до в.м.т. сгорание смеси началось ровно в в.м.т., т.е. период задержан воспламенения τ_i равнялся 13 град. Затем, при той же степени сжатия подбирают такую смесь цетана и α -метилнафталина, которая при этой же степени сжатия обладала $\tau_i=13$ град п.к.в.

Воспламенение возможно только после испарения определенного объема цетана при струйном впрыске, поэтому попробуем рассмотреть зависимость воспламеняемости на примере анализа кривых фазового равновесия условных топлив.

Для предстоящего анализа рассмотрим показатели еще одного УВ; имеющего низкое ЦЧ-бензол (C_6H_6 -ЦЧ=6, $T_{св}=835\text{ K}$, $T_{кип}=354\text{ K}$, $\eta=0,65\text{ мПас}$,

$T_{кр}=4,93$ МПа, $T_{нгр}=1800$ К, $\rho_0=879$ кг/м³, $\Delta H_{исп}=33,8$ кДж/моль, $\Delta H_{обр}=+82,9$ кДж/моль, $S^0_{298}=0,2692$ кДж/моль К, $D=447,3$ кДж/моль, $E=83,6$ кДж/моль, $Q_H=3004$ кДж/моль)

Относительно равноценными показателями у бензола и метилнафталина являются ЧЦ, $T_{св}, \eta, R_{кр}, D, E$. Отличает их друг от друга температура испарения, которая на 164 К у бензола ниже.

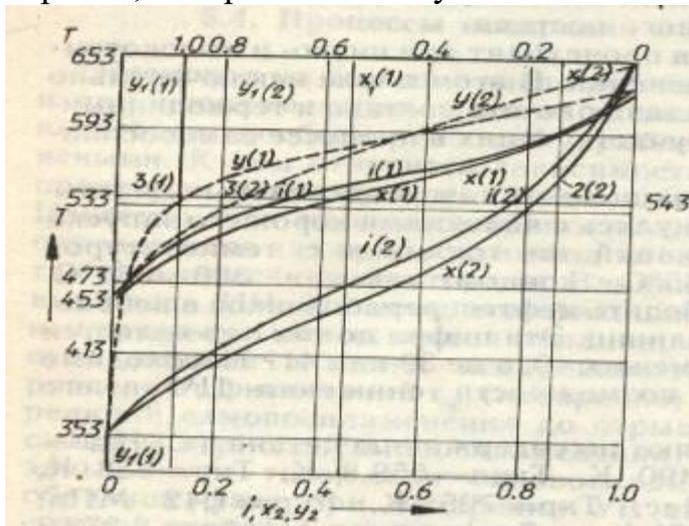


Рис. 2.5. Кривые ФС и ФР смесей цетана с α -метилнафталином (1) и бензолом (2)

На рис -2.5 построены кривые ФР смесей цетана с α -метилнафталином. (кривые 1), бензолом (2), При ЦЧ=45 ($i=0.45$) испарившаяся смесь при температуре 536 К содержит 30% мольного объема цетана и 62% α – метилнафталина.

Теоретически температура начала взрывного горения цетана $T_{нгр}=520$ К, что свидетельствует о том, что при достижении определенной концентрации цетана и воздуха происходит начало самовоспламенения при $T_{ц}=536$ К. Критическая температура горения цетана ($T_{нгр})=558$ К, по превышении которой происходит тепловой взрыв (при любой концентрации топливно-воздушной смеси). Температура самовоспламенения α -метилнафталина составляет $T_{св}=898$ К, а начала взрывного горения $T_{нгр}=1987$ К. Поэтому в самовоспламенения участвует только цетан.

Таким образом, констатируем опорные показатели: в объемной смеси 45% цетана с α -метилнафталином самовоспламенение происходит при испарении 30% цетана и температуре 536 К.

При этой же мольной концентрации (30%) цетана в парах смеси с бензолом, воспламенение происходит при более низкой температуре $T_{св}=531$ К, что равносильно повышению ЦЧ, поэтому растворение цетана в более легком УВ (бензол) способствует равноценной самовоспламеняемости при меньших ЦЧ. Конечно, такая оценка чисто, но она вскрывает природу процесса. Например, при ЦЧ-40 на смеси цетана и α -метилнафталина мольная доля испарившегося цетана равна $y'=28\%$, но эта смесь воспламеняется при более высокой степени сжатия. Или при растворении

цетана в пентане (кривая 3) происходит меньшее испарение цетана за счет высокой испаряемости пентана ($y'(3)$). Если считать взрывоопасной 30% -ю концентрацию цетана в паровой фазе, то воспламенение должно произойти при более высоких температурах, и, следовательно, ЦЧ снижается.

Итак, растворение в бензоле равносильно повышению ЦЧ, а в пентане – понижению, а комбинацией УВ можно добиться не только повышению, но и снижения ЦЧ.

Это вытекает из того, что в процессе проверки ЦЧ топлив ШФС ниже на установке ИТ9-3. ЦЧ зависит от мольной испаряемости тяжелых фракций, комбинируя соотношение которых, можно подобрать равноценное испарение при Тнрг- фракций и смеси цетана с $\acute{\alpha}$ -метилнафталином. Не составляет особого труда подобрать подобные соотношения, но все они сводятся к определению объемного воспламенения, которое невыгодно сказывается на топливах широкого ФС при оценке самовоспламеняемости по ЦЧ. Чем шире ФС, тем меньшее количество тяжелых УВ, из-за сравнительно высокой летучести тяжелых фракций, испаряется в периферийном объеме факела, и тем ниже объемная самовоспламеняемость, а, следовательно, и ниже ЦЧ. Но при этом происходит расслоение топливного заряда в факеле, оценку которого на воспламеняемость при струйном впрыске провести невозможно из-за плохого теплообмена в струе факела.

Фактически на установке ИТ-9 оценивается не самовоспламенение топлив ШФС, а возможность их объемного самовоспламенения в условиях, аналогичных дизельному топливу. Между тем в струе впрыснутого топлива остается расслоенный заряд тяжелых УВ, имеющих более низкое температуры самовоспламенения и начала взрывного горения, у которых гораздо большая вероятность воспламенения, но для этого необходимо дополнительное время, т.к. перед началом взрывного горения они должны сначала испариться, а только затем произойдет необратимый процесс взрывного горения.

Рассмотрим кривые фазового равновесия топлив:

№ 1- расширенного ФС ГК месторождения Зеварды;

№ 2- широкого ФС смесь ГК месторождения Шуртан после 1-й ступени сепарации с добавкой 10% дизтоплива Л-0,5 ГОСТ 305-82;

№ 3- дизельного Л-0,5 ГОСТ 305-82 производства ПО Фергананефтеоргсинтез (табл. 2.3, рис 2.6).

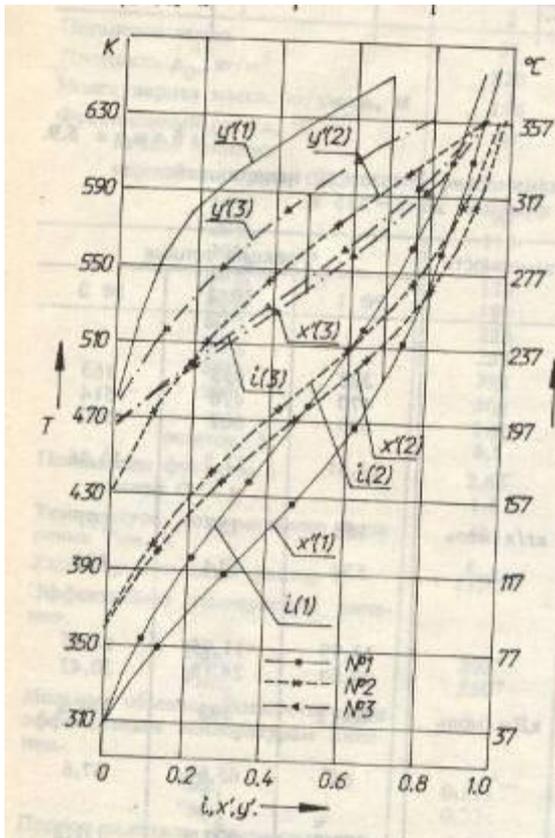


Рис. 2.6 Кривые ФС и ФР опытных топлив.

В табл. 2.3-2.5 представлены усредненные термодинамические показатели фракций исследуемых топлив, выкипающих соответственно; до контрольной температуры $T=536$ К (табл.2.3); в момент достижения контрольной температуры $T=536$ К (табл.2.4); с выше контрольной температуры 536 К (табл.2.5).

Анализ термодинамических показателей исследуемых топлив позволяет дать их сравнительную оценку. Средние энергии разрыва связей и активации ниже у топлива №2, а температура самовоспламенения – у топлива №1. Следует ожидать более раннее появление холоднопламенных реакций самовоспламенения на топливе 1. Температура $T_{нрг}$ ниже у топлива №3, τ_i также ниже.

Показатели исследуемых топлив

Таблица 2.3

Показатели	Топлива		
	№ 1 ГК Зеварды	№ 2 ГКТ Шуртан 0,9+0,1 л	№ 3 Л-0,5 ГОСТ 305-82
1	2	3	4
Цетановое число	37	41	52
Плотность ρ_0 , кг/м ³	820	818	836
Молекулярная масса ,	150	170	204

кг/кмоль, М			
Фракционный состав, °С начало кипения	30	88	190
Перегоняется при, t°С			
10%	90	140	217
20%	119	164	232
30%	148	181	245
40%	173	197	256
50%	199	224	270
60%	226	230	284
70%	259	250	300
80%	298	276	323
90%	360	310	355
кк	390	360	360
Остаток, %	6,5	3,0	8
Показатели функции h кривой ФС:у	2,68 1,8	3,5 2,1	2,5 1,7
Температура максимального испарения T _{ми} , К	436	471	522
Характеристический фактор К	11.41	11.7	11.86
Эффективные температуры кипения, Tэф ₁ Tэф ₂	303 550	416 552	494 577
Мольные объемы, соответствующие эффективным температурам кипения. vэф ₁ vэф ₂	0,111 0,234	0,158 0,235	0,217 0,313
Период задержки самовоспламенения, мс. τ _i	1,59	1,28	1,19
Среднее содержания атомов:			
Углерода, n	11,56	12,94	14,37
Водорода, m	21,65	26,18	30,26
Средняя энергия разрыва связей, кДж/моль,Д	400,2	393	398,9
Средняя энергия активации, кДж/моль,Е	68	65,69	67,64
Тепловой эффект	332,2	327,3	331,3

реакции, кДж/моль, Q			
Низшая теплотворная способность, кДж/моль, Q _н	-6983	-7998	-8992
Средняя температура самовоспламенения, К, T _{св}	459	462	471
Средняя критическая температура взрывного горения, К T _{нг}	947	740	635
Средняя температура неустойчивого равновесия взрывного горения, К, T _{нрг}	863	691	603

Усредненные термодинамические показатели испарившейся паровой фракции до T=536 К

Таблица 2.4.

Показатели	Размерность	Фракции топлив		
		№ 1	№ 2	№ 3
Фс:				
T _{нк}	К	303	358	463
T ₅₀	К	470	470	514
T _{кк}	К	663	602	590
Характеристический фактор, К	-	11,41	11,7	11,86
Молекулярная масса, М	Кг/ моль	153	157	191
Плотность, ρ ₀	Кг/м ³	834	814	826
Среднее содержание атомов:				
Углерода, n	-	11,79	11,95	14,45
Водорода, m	-	22,08	24,18	30,42
Средняя энергия разрыва связей, Д	кДж/моль	400,2	393	398,8
Средняя энергия активации, Е	-	68	65,69	67,6
Тепловой эффект реакции, Q	--	332,2	327,3	331,2
Температура самовоспламенения, T _{св}	К	459	462	471
Критическая	К	925	814	631

температура взрывного горения, ТнГ				
Температура неустойчивого равновесия взрывного горения, Тнрг	К	846	753	600
Процент тяжелых УВ в паровой фазе	%	5	24	40
Процент испарившейся фракции (объемный)	%	72	85	63

Сравнение относительного изменения τ_i как функции показателей по отношению к дизельному топливу

	$\bar{\tau}_i$	$\bar{T}_{ср.м.}$	$\bar{T}_{нрг}$	$\bar{T}_{нГ}$	$\bar{ЦЧ}$
№ 1	1,336	1,336	1,431	1,491	1,405
№ 2	1,076	1,052	1,146	1,165	1,268
Л-0,2 № 3	1	1	1	1	1

говорит только о характере изменения относительных показателей. Не прослеживается и линейного их изменения. Для получения более достоверных результатов испытаний необходимо гораздо большее количество экспериментальных точек.

ФС фракций, испарившихся до 536 К (табл. 2.4), показывает, что они имеют разные температурные пределы не только в Тнк, но и Ткк, получающейся за счет различной летучести смесевых топлив. Процент испарения фракций до контрольной температуры составил, соответственно, по порядку номеров 72,85,63%. Анализ кривых ФР испарившихся фракций показывает, что в топливе № 1, несмотря на испарение 72%, от общего объема, мольный объем тяжелых УВ составил только 5% в дизельном -40%. Таким образом, если проводить аналогию со смесями цетана и α -метилнафталина, это топливо должно подойти к периоду взрывного горения. Но Тнрг испарившейся фракции 600° К, т.е. смесь в целом еще не подготовлена к неуправляемому взрывному процессу. Смотрим фракцию, выкипающую при Т=536 К, (табл.2.4.). Видно, что не только Тнрг<Т=536 К, но и критическая температура фракции, выкипающей при этой температуре, также ниже. Итак, имеется запальная доза, взрыв неизбежен в периферийном объеме факела..

Усредненные термодинамические показатели паровой фракции, испарившейся при температуре 536 К

Таблица 2.5

Показатели	Размерность	Фракции топлив		
		№ 1	№ 2	№ 3
Фс:				

Тнк	К	490	520	527
Т50	К	570	555	555
Ткк	К	663	602	590
Характеристический фактор, К	-	11,41	11,7	11,86
Молекулярная масса, М	Кг/ кмоль	223	218	221
Плотность, ρ_0	Кг/м ³	887	858	846
Среднее содержание атомов:				
Углерода, n	-	17,18	16,6	16,72
Водорода, m	-	32,18	33,58	35,2
Средняя энергия разрыва связей, Д	кДж/моль	400,2	393	398,8
Средняя энергия активации, ЕЕ	-	68	65,69	67,6
Тепловой эффект реакции, Q	--	332,2	327,3	331,2
Температура самовоспламенения, Тсв	К	459	462	471
Критическая температура взрывного горения, Тнг	К	593	555	534
Температура неустойчивого горения, Тнрг	К	567	532	514

По температуре Тнрг топливо ШФС (№ 2) подготовлено к объемному самовоспламенению, но Тнг > 536 К. Значит, вероятность взрыва имеется, и все зависит от концентрации тяжелых УВ, а их всего 24%. Т.е. для топлива ШФС необходимо дополнительное время для накопления тяжелых УВ в испарившейся фракции, отсюда и продолжительность воспламенения в периферийной зоне факела для него больше. Топливо № 1 совершенно не подготовлено к взрывному горению в периферийной зоне.

Состав фракций топлив, формирующихся в зоне фронта факела, их термодинамические показатели представлены в табл. 2.6. В отличие от рассмотренных ранее паровых фаз, жидкие фракции имеют преимущественные показатели (за исключением топлива № 1). При их испарении немедленно должен произойти взрыв, т.к. Тнг < 536 К.

- для дизельного топлива наибольшая вероятность воспламенения топлива - на периферии факела; не исключена вероятность взрыва, которая зависит от условий теплообмена и интенсивности испарения в этой зоне;

Усредненные термодинамические показатели жидкой фракции во фронте факела распиливающегося топлива

Таблица 2.6

Показатели	Размерность	Фракции топлив		
		№ 1	№ 2	№ 3
Фс:				
Тнк	К	490	520	527
Т50	К	570	572	577
Ткк	К	663	633	633
Характеристический фактор, К	-	11,41	11,7	11,86
Молекулярная масса, М	кДж/ моль	223	226	238
Плотность, ρ_0	Кг/м ³	887	883	857
Среднее содержание атомов:				
Углерода, n	-	17,18	17,2	18,0
Водорода, m	-	32,18	34,81	37,91
Средняя энергия разрыва связей, Д	кДж/моль	400,2	391,4	398,9
Средняя энергия активации, Е	-	68	65,16	67,64
Тепловой эффект реакции, Q	--	332,2	326,2	331,3
Температура самовоспламенения, Тсв	К	459	461	457
Критическая температура взрывного горения, Тнг	К	593	530	492
Температура неустойчивого равновесия взрывного горения, Тнрг	К	567	509	477

- для топлива ШФС, имеющего данный УВ состав, начало взрывного горения будет зависеть от интенсивности испарения в периферийной зоне и фронта факела, т.к. начальное падение температуры на границе зон $\sim 0.6 \Delta T_0$, то без точных теплофизических расчетов рассматриваемых зон трудно определить, в какой из них быстрее возникнут условия для организации взрывного горения;

- у топлива РФС может начаться взрыв только во фронте факела, т.к. из-за высокой летучести наблюдается расслоение топливного заряда; и испарившиеся фракции имеют исключительно высокие температуры Тнг. Фракция, концентрирующаяся в зоне фронта факела, подготавливается к началу взрывного горения; если исключить затраты энергии на испарение топлива до достижения критической температуры, то воспламенение

произойдет несколько позже, откуда появляется нелинейное изменение τ_i от ФС топлива.

Общими закономерностями для исследованных топлив являются увеличение расслоения заряда при расширении ФС топлив и изменение кинетики организации взрывного горения с периферии в зону фронта факела. При равном ФС самовоспламенение будет зависеть от характера кривых ФР, мольного состава и соотношения тяжелых и легких УВ.

На базе проведенного анализа попытаемся объяснить некоторые результаты проведенных другими авторами исследований. Известно, что при одинаковых ЦЧ, утяжеление ФС ведет к увеличению τ_i . Действительно, равенство ЦЧ объясняет одинаковую объемную воспламеняемость, но у более легкого топлива к определенному моменту испаряется большее количество легких фракций и происходит расслоение заряда, отчего появляется большая вероятность раннего воспламенения во фронте факела. При увеличении температуры и давления в КС, а также скорости и объема первых доз топлива в струе эта разница уменьшается.

В.И.Ионин [6] определил как уменьшение, так и увеличение τ_i при работе на топливах различного ФС. Подобный пример повышения τ_i нами рассмотрен. Даже в этом примере можно увидеть возможность снижения τ_i при добавлении тяжелых УВ в топливо № 2 и № 1. Теоретически эти вопросы авторами были также решены.

О.Б.Леонов и Н.И.Костыгов [6] показали, что в случае двухтактного дизеля с непосредственным впрыском и меньшими температурами нагрузка влияла на τ_i следующим образом; на больших нагрузках величина τ_i была меньше у более низкокипящих топлив, на малых – наоборот, у более высококипящих. Такое явление вполне возможно при работе с тяжелыми топливами, с которыми авторы и работали, т.к. до $t=300^\circ\text{C}$ выкипало соответственно в % -88,5, 70, 50, 30 фракций. В процессе испарения такого топлива происходит понижение температуры за счет повышенной энтальпии испарения. Поэтому процесс воспламенения сдвигается по времени в сторону запаздывания. При впрыске небольших порций топлива снижаются потери тепла от воздушного заряда на испарение, и τ_i уменьшается.

Организация теплового взрыва в зоне фронта факела позволяет осуществить более полное выгорание тяжелых УВ, т.к. они будут находиться в очаге максимальных температур. Проведенные нами исследования (24) с отбором проб газа из КС на разных углах п.к.в. показали, что при температурах выше 1100-1300 К происходит выгорание даже конденсированных ароматических УВ типа бенз(а)пирена $\text{C}_{20}\text{H}_{12}$. Этим можно объяснить значительное снижение канцерогенности и дымности ОГ топлива с высоким содержанием ароматических УВ фактических смол, например, Газли-нефти.

Для диффузионного горения топлив узкого ФС определяющими являются условия теплообмена в капле распыленного топлива. Причем эти условия в значительной степени зависят от углеводородного состава топлива в капле. При узкой фракции наиболее вероятны процессы теплообмена на

поверхности капли. В этом случае для окисления УВ, расположенных в ядре капли, необходимо либо сравнительно продолжительное время, либо интенсификация теплообмена за счет турбулизации смеси.

При испарении капли топлива ШФС наиболее вероятны конвективные потоки, возникающие за счет разности парциальных давлений тяжелых и легких УВ, которые должны привести к увеличению коэффициента динамической теплопроводности и, тем самым, улучшению условий теплообмена.

Феноменология процессов смесеобразования без анализа показателей и состояния топлива в факеле развивалась интенционально. Например, Ю.Б.Свиридов [23] критикует «капельную теорию» Дрейхаупта и А.И.Толстого, которые рассматривают условия самовоспламенения в прилегающих к капле слоях паровоздушной смеси переменной концентрации и температуры, и считает, что теория Д.Н.Вырубова, основанная на схеме расчета мгновенного нагрева поверхностного слоя капли до температуры равновесного испарения с последующим изотермическим испарением ядра топливной капли по закону Срезневского не в состоянии объяснить ряд явлений объемной моделью топливного факела. Частично, с мнением Ю.Б.Свиридова можно согласиться, т.к. нельзя исследовать процессы испарения, не зная, что и как испаряется. Да и струйная теория Ю.Б.Свиридова справедлива только для широкофракционных топлив, у которых четко просматривается динамика фазового разделения смеси в струе.

В этой связи лучше обратиться к методу расчета физико-химических, теплофизических и термодинамических характеристик опытных топлив, который определяет показатели при любых параметрах состояния и любом мгновенному составу, а также оказывает существенную помощь в выяснении и совершенствовании природы процессов, происходящих в КС.

Глава 3 Исследования газовых конденсатов Республики Узбекистан.

3.1 Исследование физико-химических показателей.

Для исследований выбраны основные ГК с нефтяной оторочкой Руз, обладающие ресурсами:

Шуртан	- 800 тыс.т./год;
Зеварды	- 300 тыс.т./год;
Уртабулак	- 110 тыс.т./год;
Култак	- 80 тыс.т./год;
Газли-нефть	- 14 тыс.т./год.

Физико-химические показатели исследуемых конденсатов представлены в таблице 3.1

Физико-химические показатели тяжелых конденсатов Узбекистана

Таблица 3.1

№№ пп	Наименование Показателей	Показатели месторождений					Нормы ТУ 51 125- 86
		Шуртан	Култак	Урта- булак	Зевар- да	Газли нефти	
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Цетановое число	40	40	52	42	41	Более 40
2.	Оптическая плотность	0,22	0,24	0,53	0,086	Более	-
3.	Плотность КПм ³	790	800	825	795	820	-
4.	Фракционный состав: начало кипения, °С	68,81	81	113	65	90	80
	Перегоняется при температуре , ° С:						
	10%	100	105	171	112	130	

	20%	120	128	197	132	180		
	30%	140	145	220	153	205		
	40%	155	168	240	177	226		
	50%	170	198	255	217	240	Менее 250	
	60%	187	233	270	257	255		
	70%	218	278	286	299	267		
	80%	250	328	308	343	280		
	90%	300	360	355	360	298	Менее 360	
	96%	360	-	356	-	330		
	К.к	380	388	380	379	380		
5.	Вязкость кинематическая, м ² /с x 10 ⁻⁶	1,69	1,77	2,63	1,96	2,4	Более 1,8	
6.	Кислотность	0,4	0,31	9,57	0,25	0,3	-	
7.	Температура застывания, °С	-32	-29	-30	-23	-29	-15	
8.	Температура помутнения, °С	-15	-11	-18	-4	-	-5	
9.	Зольность	0,01	0,005	0,0008	0,005	0,002	0,01	
10.	Содержание фактических смол, мг на 100 мл топлива	1100	300	50	-	1269	40	
11.	Коэффициент фильтруемости		Не фильтруется					3
12.	Групповой состав, %:							
	ароматика	22,2	20,7	29,3	21,8	38,0		
	Нафтено-парафины	77,8	78,8	70,3	77,6	61,4		

	Непредельные	-	0,5	0,4	0,6	0,6	
--	--------------	---	-----	-----	-----	-----	--

Под технические условия на смесевые газоконденсатные широкофракционные топлива ТУ 51-125-86 попадают тяжёлые конденсаты практически всех месторождений, за исключением температуры конца кипения, которая у всех конденсатов выше 360⁰ С. Содержание фактических смол также выше требований технических условий. По групповому составу выделяется Газли-нефть, в которой имеется большое количество ароматических углеводородов.

Из выбранных месторождений в худшую сторону их принятому представлению оценки моторных качеств, выделяется Газли-нефть. По этому для оценки влияния конденсатов РФС на стендовые и эксплуатационные показатели дизеля принята Газли-нефть; остальные ГК будут занимать промежуточное положение между между дизельным и Газли-нефтью.

3.2. Расчет оценочных показателей ДВС

Для проведения стендовых и эксплуатационных испытаний была получена партия Газли-нефти в объёме 12,6 тонн. Проведён полный анализ ФХП Газли-нефти и эталонного дизельного топлива в соответствии с требованиями ГОСТ 305-82.(табл.3.2) Там же для сравнения представлены требования к широкофракционным газоконденсатным дизельным топливам по ТУ 51-125-86.

Испытываемая топливо Газли-нефть, отличаются от широкофракционного газоконденсатного исключительно высоким содержанием «фактических смол», пониженными плотностью и вязкостью. Дополнительные испытания в объёме военного комплекса методов оценки (ВКМ) показали, что по коррозионности и стабильности Газли-нефть выделяется в лучшую сторону по сравнению с Л-0,2 и ТУ 51-125-86, за исключением коксуемости 10% остатка. Поэтому были проведены испытания по комплексу методов квалификационной оценки. Эксплуатационные свойства ГК оценивались в в/ч 74242 лабораторными и моторными методами квалификационного комплекса (ККМ) и военного комплекса ВКМ 101-82, а также исследовательским методом на установке ДТС-2.

Моторные свойства определялись на одноцилиндровых установках:

вихрекамерный дизель 1ч 8,5/11;

предкамерный дизель Питтер АУ-1, до оборудованный головкой с непосредственным впрыском топлива и термометрированной форсункой. В процессе испытаний двигатель 1ч 8,5/11 отработал по 72 часа на дизельном

топливе и Газли-нефти, с целью оценки состояния цилиндрично-поршневой группы (ЦПГ), подвергался частичной разборке после 24 и 72 часов работы. Проводилась оценка состояния поршня и распылителя по методу ГСМ-24.

Сравнительные испытания проводились на эталонном топливе Л-0,2 ГОСТ 305-82 и Газли-нефти, табл.3.2. Учитывая, что Газли-нефть содержит на 2 порядка выше фактических смол и нагара (метод ПЗИ), чем дизельное топливо, были проведены дополнительные испытания на двигателе Питтер АУ-1 и установке ДТС-2. На двигатель Питтер АУ-1 оценивалось состояние иглы распылителя форсунки, а на установке ДТС-2 лаковые отложения на горячей поверхности нагревателя в зависимости от температуры.

Физико-химические показатели газовых конденсатов, эталонного топлива Л-0,2 ГОСТ 305-82 и газоконденсатного широкофракционного ТУ 51-125-86 в объеме ГОСТ 305-82, а также коррозионности, стабильности в объеме ВКМ.

Таблица 3.2

Свойства и показатели	Эталонное топливо Л-0,2 ГОСТ 305-82	Газли-нефть	ГШЛ ТУ 51-125-83
1	2	3	4
Воспламеняемость			
Цетановое число	48	41	40
Испаряемость			
Фракционный состав: °С			
Н.к.	190	94	80
10%	212	150	
50%	258	240	250
90%	317	298	
96%	345	343	
К.н.	360	380	360
Вязкость кинематическая при 20°С, мм ² /с	4,4	2,4	1,8

Температура вспышки в закрытом тигле, °С	71	29	-
Плотность при 20°С, кг/м ³	843	820	780
Фильтруемость			
Температура помутнения, °С	-18	Не наблюда. из-за цвета	-5
Температура застывания, °С	-29	-29	-15
Коэффициент фильтруемости	1,2	Не фильтр.	3
Содержание механических примесей	Отс.	Отс.	Отс.
Коррозионность			
Общее содержание серы, % мас.	0,11	0,14	0,2
Содержание маркаптановой серы, % мас.	0,0001	0,0007	0,01
Содержание ВКЩ	Отс.	Отс.	Отс.
Содержание воды	Отс.	Отс.	Отс.
Испытание на медной пластинке	Выд.	Не выд.	Выд.
Кислотность, мг КОН/100 мл	4,6	0,3	
Стабильность			
Содержание фактических смол, мг/100 мл	50	1200	40
Иодное число, г иода/100 г	2,3	0,7	
Зольность, % мас.	-	0,002	
Коксуемость 10%-го остатка, % мас.	0,03	0,15	0,03
Углеродный состав			
- ароматика	18,7	39,7	20
- нефтено-парафины	79,0	59,7	
- непредельные	2,3	0,6	30

Эксплуатационные свойства оценивались комплексно по ГОСТ 305-82 (табл.3.3) и в полном объеме квалификационных методов ККМ и ВКМ 101-82, по которым определялись:

Защитная способность (по коррозии стали Ст 3 при конденсации воды в г/м³; коррозия стали в приборе Пинкевича в г/м на солёной и пресной воде);

Термоокислительная стабильность в приборе ТРСТ-2, 110⁰С (по кислотности в мг/100 мл, фактической плотности в баллах, осадке в мг/100 мл);

Склонность к отложениям (по толщине лаковой пленки в мкм, отложениях на щелевом фильтре в мг, усилия извлечения иглы в КГС, нагара – методом ПЗИ);

Фильтруемости при отрицательных температурах (по предельной температуре прокачиваемости в ⁰С, содержании адсорбционных смол в мг/100мл, лаке и нагаре в баллах методом ГСМ-24 на двигателе 1ч 8,5/11).

Результаты оценки эксплуатационных свойств Газли-нефть (в объеме ККМ и ВКМ 101-82)

Таблица 3.3

Свойства и их показатели	Эталонное топливо Л-02 основное	Газли-нефть
<u>Защитная способность</u>	1,5	0,8
Коррозия стали Ст 3, при конденсации воды, г/м ³ (ККМ)		
Коррозия стали Ст.3 (в приборе Пинкевича) г/м ² (ВКМ-101-71)		
-на соленой воде	20,7	18,1
-на пресной воде	4,5	2,6
<u>Термоокислительная стабильность</u> (ВКМ-101-71) в приборе ТРСТ-2, 110 ⁰ С:		
- кислотность, мг КОН/100 мл		
- фактические смолы, мг/100 мл	9,3	1,6
- оптическая плотность	53	1260

- осадок, мг/100 мл	0,370 14,3	более 3 3,7
<u>Склонность к отложениям:</u>		
Лак (форсуночный стенд ККМ)		
- толщина лаковой пленки, мкм	0,75	1,10
- - отложения на щелевом фильтре, мг	1,8	1,10
- - усилие извлечения иглы, кгс	1,0	0,8
Нагар (метод ПЗИ, ВКМ-101-71)г	31,0	95,0
Фильтруемость при отрицательных Температурах		
Предельная температура, прокачиваемости: °С, ККМ	-25	-24
Содержание адсорбционных смол, мг/100мл (ККМ)	1516	2320
Лак, нагар (метод ГСМ-24 на двигателе – 8,5/11), балл	4,40	4,95

В результате испытаний были получены следующие данные: на установке Питтер АУ-1 в течение часа работы на номинальном режиме при температуре стенки корпуса распылителя 195⁰С замечаний по работе форсунки не наблюдалось. Состояние иглы по цвету лаковых отложений было аналогичным состоянию её при работе на топливе Л-0,2 по ГОСТ 305-82.

На рисунке 3.1 приводятся результаты оценки отложений на установке ДТС-2. Диаграммы распределения толщины отложений Газли-нефти и эталонного топлива в зависимости от температуры стенки нагревателя показывают, что температура начала образования отложений Газли-нефти, примерно, на 50⁰С ниже, чем у дизельного топлива Л-0,2. Толщина отложений в указанном диапазоне температур 85-140⁰С незначительна, однако пониженная температура начала образования отложений может сказаться на состоянии распылителей форсунок при более длительной работе двигателей, у которых температура носика распылителя форсунки превышает 190⁰С.

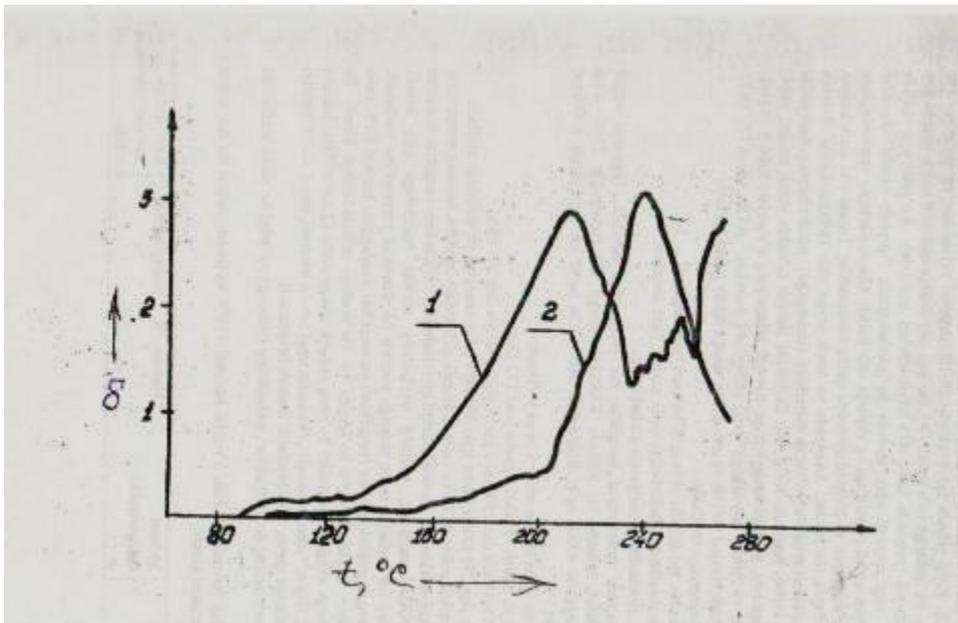


Рис. 3.1. Диаграмма распределения толщины отложений топлива в зависимости от температуры трубки нагревателя установки ДТС-2 б- толщина отложений, условные единицы; 1- Газли-нафть; 2- Л-0,2 ГОСТ 305-82

На Газли-нефти лак «мягче» и легче смывается. Поэтому в целом эксплуатационные свойства обеих топлив оценены примерно равными настораживают противоречия. Известно [54,78,80,112], что при повышении содержания АУВ и фактических смол лакообразование должно возрасти, а результаты испытаний показали, что осадок меньше, толщина лаковой плёнки примерно одинакова. Поэтому состав топлива, видимо играет определяющую роль, которую следует определить.

Рис.3.1 Диаграмма распределения толщины отложений топлива в зависимости от температуры трубки нагревателя установки ДТС-2

б – толщина отложений, условные единицы;

1 – Газли-нефть; 2 – Л-0,2 ГОСТ 305-82.

3.3 Расчет фильтрации топлив.

3.3.1 Расчёт самоочищающихся фильтроэлементов.

Обеспечение надёжной фильтрации в условиях эксплуатации газовых конденсатов на месторождениях и предприятиях имеет первостепенное значение. Г.К. содержат взвешенные частицы, воду, фактические смолы, которые частично удаляются отстаиванием. Тем не менее в условиях неспециализированной подготовки топлив возможно попадание загрязнителя в топливо.

Газовые конденсаты ГНМ имеют повышенное содержание фактических смол и растворенных в них («прилипших») взвешенных частиц, которые могут быстро забивать фильтроэлементы тонкой очистки топлив.

В нефтехимии используют фильтры специального назначения: песчаные и гравийные, предназначенные для отделения воды от нефтепродуктов и мыл, патронные, применяемые при регенерации масел, фильтры различных типов для фильтрования топлив, масел. Для этой цели применяются фильтр прессы, листовые, барабанные, вакуумные фильтры.

К числу фильтрующих относятся материалы в нефтяной промышленности, представленные в табл.3.4

Характеристики фильтрующих тканей.

Таблица 3.4

Наименование ткани	Ширина ,м	Толщина, м	Задерживающая способность, м
Бельтинг х/б	1,10	0,00200	0,0100
Фильтромиткаль	1,00	0,00110	0,0039
Фильтродиагональ	1,00	0,00140	0,0020
Сукно шинельное	1,39	0,00150	0,0030
Капрон 56027	0,88	0,00045	0,0050
Капрон 56020	0,90	0,00028	0,0020
Лавсан 4264	1,04	0,00154	0,0050
Лавсан 56049	0,95	0,00054	0,0010
Хлорин 86006	1,05	0,00110	0,0020
Фторлан 56073	1,055	0,00024	0,0030
Нитрон 4341	1,10	0,00180	0,0010

В двигателестроении, несмотря на разработку специальных фильтров, удаление эмульсионной воды, смол, мехпримесей нельзя считать проблемой, получившей своё завершение. Поэтому в последнее время применяются различные схемы фильтрации и типы фильтров.

Ламинарное течение топлива через фильтрующий материал описывается уравнением Дарси:

$$q = K_2 S \frac{\Delta P}{\eta_T H} \quad (3.1)$$

где Q – пропускная способность, м³с⁻¹;

K_n – коэффициент проницаемости материала, м²;

S – площадь фильтрующего материала, м²;

ΔP – перепад давления, Па;

η_T – динамическая вязкость топлива, Па · с;

H – толщина фильтрующего материала, м.

Возможность применения формулы Дарси зависит от критерия Рейнольдса:

$$Re = \frac{wl\rho}{\eta_T} \quad (3.2)$$

Где W – средняя скорость фильтрования, м/с;

L – характерный геометрический параметр, м.

Процесс фильтрования зависит и от критерия Эйлера

$$Eu_\Phi = \frac{\Delta P}{wl\rho H}; \quad (3.3)$$

Умножив (3.3) на l получим модифицированный критерий Эйлера:

$$Eu_\Phi^x = \frac{\Delta P}{H} \cdot \frac{1}{w^2 \rho} \quad (3.4)$$

Наиболее удобно для расчета пользоваться коэффициентам проницаемости, для чего критериальные уравнения переписываются следующим образом:

$$Re = \frac{w\rho k\Pi^{1/2}}{\rho} \quad (3.5)$$

$$Eu_\Phi^* = \frac{\Delta P}{H} \cdot \frac{K\Pi^{1/2}}{w^2 \rho} \quad (3.6)$$

$$w = \frac{q}{S} \quad (3.7)$$

Решая совместно уравнения (5.5-5.7) получим

$$\frac{w\rho}{\rho} = \frac{\Delta P}{Hw^2} \quad \text{Или}$$

для топлива, не содержащего загрязнений

$$\Delta P = \frac{H\rho w^3}{\eta} \quad (3.8)$$

$$W = \left(\frac{\Delta P \cdot \eta}{H \cdot \rho} \right)^{\frac{1}{3}} \quad (3.9)$$

Проведём анализ типов фильтрования на основании которого попытаемся разработать новые системы, способные обеспечить работу двигателей на высокосмолистых ГК.

Известно, что фильтрацию можно разделить на системы:

с полным закупориванием пор ($v=2$);

с постменным закупориванием пор ($v=1,5$);

с образованием осадка ($v=0$);

промежуточного вида ($v=1$).

Независимо от схемы оседания загрязнений процесс фильтрования описывается одним из следующих дифференциальных уравнений:

При $\Delta P = \text{const}$: :

$$\frac{dR}{dV} = KmR^B \quad (3.10)$$

при $W = \text{const}$:

$$\frac{dR}{d\tau} = KmR^B \quad (3.11)$$

где R - общее гидравлическое сопротивление фильтрующего материала и загрязнений, m^{-1} ;

V - объём топлива, прошедшего через единицу поверхности, m^3/m^2 ;

Kt - коэффициент, характеризующий фильтруемость топлива;

v - показатель, зависящий от схемы оседания загрязнений ($0 < v < 2$).

Уравнения для определения механизма оседания загрязнений на фильтрующем материале представлены в таблице 3.10.

Для тяжелых ГК, по-видимому, имеют место все вышеуказанные типы фильтрования. Наличие в Газлайской нефти фактических смол в 30 и более раз выше требований ГОСТ 305-82 приведёт к преимущественной работе фильтра с полным закупориванием пор. Скорость фильтрования в этом случае в начальный момент будет равна:

$$W_{нач} = \frac{\pi \tau^4 \Delta P}{8 S \eta \ell} N_{п},$$

Где τ – средний радиус пор, м;

ΔP – перепад давления на фильтре, Па;

η – динамическая вязкость Па·с;

ℓ – средняя длина пор, м;

$N_{п}$ – количество пор;

S – площадь фильтра, м².

Если в единице объёма топлива в взвешенном состоянии находится n частиц с $\tau > \tau_k$, то после прохождения q объёмов число закупоренных отверстий будет nq , тогда скорость фильтрования будет иметь вид:

$$W = W_{нач} - k_1 q \Delta P$$

Или

$$W = \frac{\pi \tau^4 \Delta P}{8 S \eta \ell} (N - n)q; \quad k_1 = \frac{\pi \tau^4}{8 S \eta \ell}$$

$$W = k_1 \cdot \Delta P (N - n)q \quad (3.12)$$

Если принять схему фильтрации с обратным потоком топлива, то забитые поры за счет противодавления будут самоочищаться (рис.3.2)

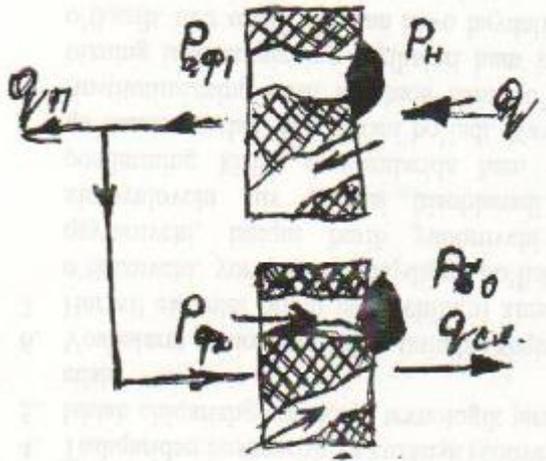


Рис 3.2 Схема самоочистения

$$\text{В этом случае: } Q_{\text{сл}} = q - q_{\text{п}} \quad (3.13)$$

Где: $Q_{\text{сл}}$ – объём топлива, сливаемого в бак при обратном противотоке;
 $q_{\text{п}}$ – подача топлива насосом.

Скорость обратной фильтрации будет равна:

$$W_{\text{сл}} = k_1(P_{\text{ф2}} - P_0) \quad q_{\text{сл}} \times (N - \pi_1) \quad (3.14)$$

где: $\pi_1 < \pi$, т.к. за счёт разности давлений $P_{\text{ф}} - P_0$ отдельные поры будут очищаться.

Отношение скоростей фильтрации в обратном и прямом направлениях назовём коэффициентом самоочистки фильтра

$$\Phi_c = \frac{W_{\text{сл}}}{W} = \frac{k_1(P_{\text{ф2}} - P_0)(N - n_1)(q - q_{\text{п}})}{k_1(P_H - P_{\text{ф}})(N - n)q} \quad (3.15)$$

Если пренебречь перепадом давления в трубопроводах системы низкого давления и насосе, считая, что

$P_{\text{ф1}} = P_{\text{ф2}} = P_{\text{ф}}$; а $P_0 = 0$, тогда

$$\Phi_c = \frac{P_{\text{ф}}(N - n_1)(q - q_{\text{п}})}{(P_H - P_{\text{ф}})(N - n)q} \quad (3.16)$$

При работе на абсолютно чистой топливе $p=p_1$, тогда

$$\Phi_{c \max} = \frac{1 - \frac{qn}{q}}{\frac{P_H}{P_\Phi} - 1} \quad (3.17)$$

Физический смысл выражения (5.17) заключается в том, что при постоянном отношении перепада на фильтре $P_H/P_\Phi = \text{const}$, максимальный коэффициент самоочищаемости фильтра будет возрастать при уменьшении топливоподачи, q_H/q , а также при повышении производительности подкачивающей топливе.

Преимуществом самоочищающихся фильтров является непрерывность их действия. Они ставятся перед ФТО для повышения его срока службы. Время промывки и время фильтрации для них одинаково.

Расчетные значения максимального коэффициента самоочистки от расхода топлива при различных значениях перепада давлений на фильтре. При малых значениях P_H максимальный коэффициент самоочистки высокий и увеличивается с уменьшением цикловой подачи. Изменение коэффициента самоочистки с новым фильтром двигателя ЯМЗ-236 при переходе с режима номинального на холостой ход ($q_{\max} q_{Hx}$), соответственно переход получается плавно.

Сила сцепления капли топлива с волокном фильтра можно выразить следующей зависимостью:

$$f_c = K_c \delta \cdot l_c \quad (3.18)$$

где K_c – коэффициент, учитывающий форму волокон;

δ - коэффициент поверхностного натяжения;

l_c - площадь волокна, покрытого загрязнителем топлива.

В этом случае уравнение (3.15) переместится следующим образом:

$$\Phi_c = \frac{W_{cl}}{W} = \frac{[NP_{\Phi 2} - (P_{\Phi 2} - P_c)n_1](q - q_n)}{(P_H - P_{\Phi 1})(N - n) \cdot q} \quad (3.19)$$

Где
$$P_c = f_n \cdot K_c l_c \cdot \delta \quad (3.20)$$

Величина P_c зависит от скорости коагуляции частиц V_p на поверхности фильтра:

$$V_p = \Psi e^{-\frac{E}{RT}}; \quad \frac{dN}{dt} = C_t e^{-\frac{4}{RT}} \quad (3.21)$$

Где E – энергия активации

G – энергия коагуляции (И=8,3-12КДЖ/моль)

R = 8,314 КДЖ/мольхК

Скорость коагуляции влияет на размеры частиц, а размеры в соотношении с диаметром пор на P_c . Другими словами можно написать:

$$P_c = K \frac{fk}{fn} \cdot \delta \quad (3.22)$$

Для равных топлив:

$$\frac{P_{c1}}{P_{c2}} = \frac{fk_1 \delta_1}{fk_2 \delta_2} \quad (3.23)$$

можно определить из уравнения, выведённого Г.Ф.Большаковым [129]:

$$r = \int_0^t \left\{ e^{-\int_0^t \Psi dt} \left[\int_0^t q e^{\int_0^t \Psi dt} dt + r_0 \right] \right\} dt \quad (3.24)$$

$$\text{где: } r_0 = p_t \ell^{-\frac{Kr}{T_0}} + \Psi(0)$$

Для случая истечения топлива через фильтр уравнение (3.24) должно включать условия гидродинамического сближения частиц на поверхности фильтроэлемента.

Общее решение уравнения может быть найдено из теории вероятности или же путём проведения эксперимента и определения коэффициентов в выведенных нами зависимостях.

3.3.2. Топливная система для эксплуатационных испытаний

Эксплуатационные испытания проводились на двигателе ЯМЗ-236 топливозаправщика ТЗА-7,5-500А № 44-79 оша. Технические данные

топливозаправщика и двигателя ЯМЗ-236 представлены в приложении 1. Программа испытаний предусматривала сравнительные испытания работы фильтров тонкой очистки до ГО-2. Для испытаний на Газли-нефти, топливная система дизеля ЯМЗ-236 была переоборудована. Схема топливной системы представлена на рис.3.3.

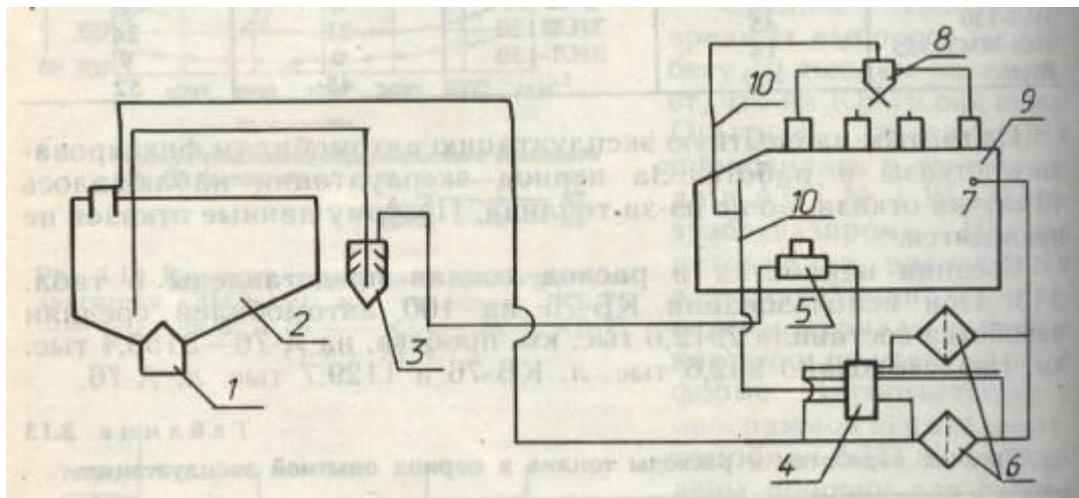


Рис. 3.3. Схема топливной системы дизеля с самоочищающимися фильтроэлементами:

1-отстойник, 2-топливной бак, 3-ФГО, 4-распределитель потоков, 5-подкачивающий насос, 6- элементы ФТО, 7- подача топлива в насос, 8-форсунки, 9-сливные трубки из насоса и форсунки.

Топливный бак 2 оборудовался дополнительным отстойником 1 с водогрязеспускной пробкой. По существующей схеме топливо из бака по трубопроводу 2 проходит фильтр грубой очистки 4, подкачивающий насос 5 и попадает, в отличие от прототипа в распределитель 6, фильтруется в фильтре тонкой очистки топлива ФТ2, затем через обратный клапан КО2 поступает по трубопроводу 7 к топливному насосу высокого давления (ТНВД). Избыточное топливо проходит по трубопроводу 9 к распределителю 6, откуда по каналу 8 подходит к ФТ-1 6,с обратной (внутренней) стороны, прочищает поры фильтроэлемента и по трубопроводу обогащённое смолистыми отложениями топливо поступает в бак 2.

Топливозаправщик ТЗА-75-500 гос.№ 44-79 оша, оборудованный системой самоочистки работал на Газли-нефти с июня 1983г. по август 1983г. После этого была снята головка блока дизеля ЯМЗ-236 № 492757, сфотографированы головка блока и цилиндро-поршневая группа (ЦПГ), произведена их очистка, поставлена серийная топливная ситема и проведён контроль работы на топливе Л-0,2 ГОСТ 305-82. После отработки 75 дней с августа по ноябрь 1983г. произведено повторное вскрытие и фотографирование головки блока и ЦПГ.

3.3.3. Исследования системы с самоочищающимися фильтроэлементам

Исследования фильтроэлемента БФДТ на самоочищаемость при работе автомобиля МАЗ-503 с двигателем ЯМЗ-236 в условиях эксплуатации. В процессе испытаний на 3х автомобилях, переведённых на Газли-нефть и 1 контрольном, работающем на дизтопливе фиксировались ежедневно:

- пробег, км;
- время работы, час;
- расход топлива, л;
- перепад давлений на фильтрах.

Результаты исследований показаны в таблице 3.5.

В результате исследований получили удовлетворительную работу самоочищающегося фильтроэлемента. Общий ресурс работы ФТО увеличивается.

Результаты работы фильтроэлементов на Газли-нефти и дизтопливе в условиях эксплуатации.

Таблица 3.5

Дата	Топливо	Установка работы	№ фильтра	Давление перед фильтром	Перепад давлений на фильтре МПа	Время работы в часах
5.06.83-10.08.83	Газли-нефть	Работа на Газли-нефти	№1	0,25	0,025	50
				0,27	0,045	103
				0,29	0,065	151
				0,32	0,095	214
				0,35	0,125	252

10.08.83 20.09.83	Газли- нефть	Самоочистка №1		-	-	250
		Работа на Газли- нефти	№2	0,25	0,023	48
				0,28	0,042	105
				0,30	0,07	150
				0,33	0,11	196
				0,35	0,12	250
20.09.83 5.12.83	Газли- нефть	Самоочистка №2		-	-	230
		Работа на Газли- нефти	№1	0,27	0,045	50
				0,29	0,065	96
				0,31	0,085	143
				0,33	0,105	210
				0,35	0,125	230
5.12.83 28.01.84	Л-02 ГОСТ 305-82	Работа на диз. топливе	№2	0,29	0,065	50
				0,31	0,085	100
				0,32	0,095	150
				0,33	0,105	200
				0,35	0,125	220

Фильтр № 1 проработал на Газли-нефти в общей сложности 480 часов, № 2 – 470 часов с начала на Газли-нефти, а затем на дизтопливе. В целом, ресурс работы фильтроэлемента увеличился в 1,9 раза. Предполагалось, что при ежедневном переключении фильтроэлементов на самоочистку, продолжительность их работы увеличится.

Работа дизеля представлена в табл.3.6.

Результаты исследований самоочистки

Таблица 3.6

Дата	Топливо	№ фильтро-элемент.	Давление перед фильтром МПа	Перепад давлений на фильтре, МПа	Время работы в часах
28.01.84	Газли-нефть	№3, №4	0,25	0,022	50
			0,26	0,034	110
			0,27	0,045	180
1.03.84		Работа прекращена по причине отсутствия Газли-нефти			

3.4. Показатели процесса впрыскивания топлива

С целью исследования влияния физико-химических свойств топлив на показатели процесса впрыска, были проведены сравнительные безмоторные испытания топливной аппаратуры ЯЗТА на топливах эталонном дизельном Л-0,2 ГОСТ 305-82 и Газли-нефти. Испытания проводились на стенде Моторпал по методике ЦНИТА с использованием тензометрической установки УТС 1ВТ-12/35, осциллографа Н-102, датчиков ЦНИТА.

Для сравнительного анализа оценка производилась по следующим показателям:

$V_{ц}$ – цикловая подача;

$U_{впр}$ – продолжительность впрыска;

Ψ_4 – период задержки впрыска;

$P_{впр}$ – максимальное давление топлива перед сопловым отверстием распылителя;

$P_{тр}$ – максимальное давление топлива в нагнетательном трубопроводе;

$P_{ост}$ – остаточное давление топлива в нагнетательном трубопроводе после впрыска.

Основные физико-химические показатели топлив, влияющие на процесс топливоподачи представлены в табл.3.7.

Физико-химические показатели исследуемых топлив

Таблица 3.7.

ТОПЛИВО	Показатели, размерность		
	ν м ² /с 10 ⁻⁶	ρ кг/м ³	η кг/мс 10 ⁻³
Л-02 ГОСТ 305-82	4,4	843	3,71
Газли-нефти	2,4	820	1,97

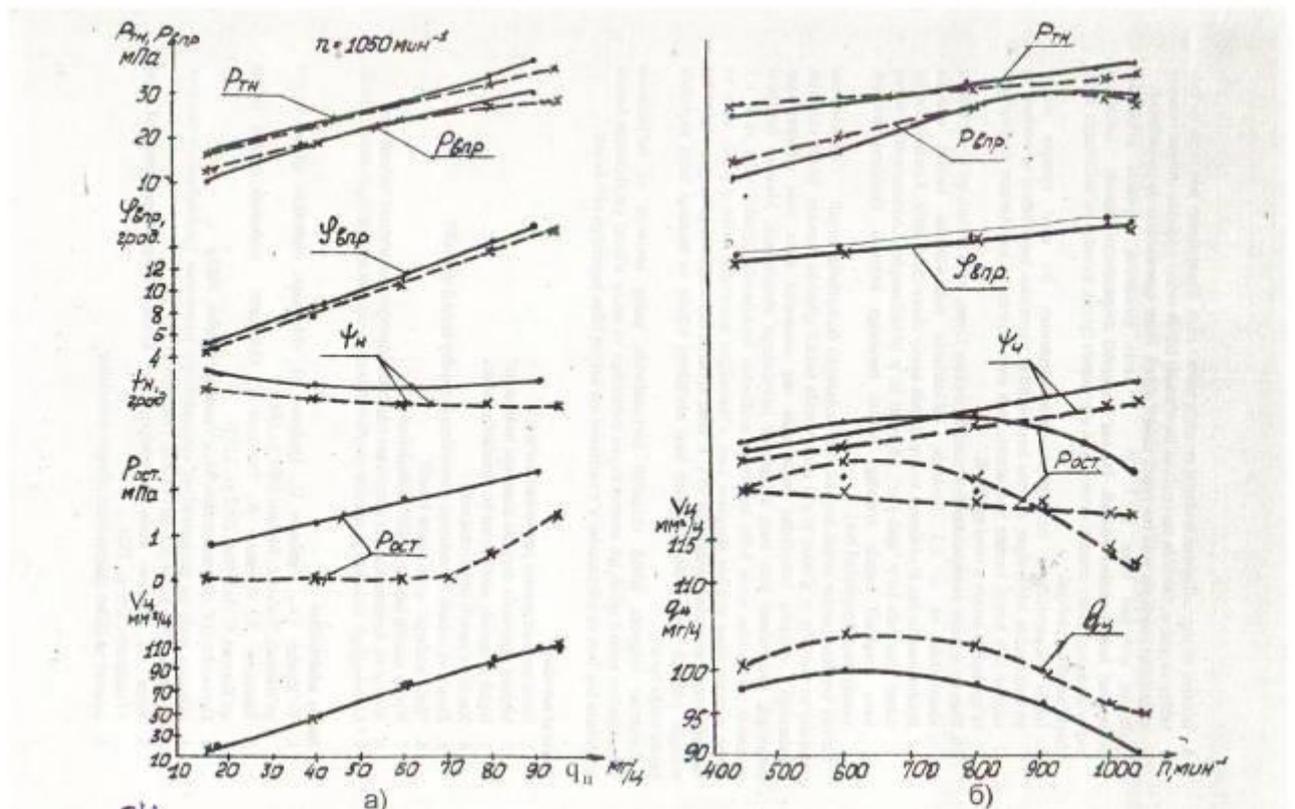


Рис.3.4. Результаты обработки осциллограмм

процессов впрыска насоса ЯЗТА на Газли –нефти (---), (----) цикловая подача (а) и частота вращения (б)

На рис.3.4 представлены результаты обработки осциллограмм процесса впрыска. Мы видим, что практически совпадает по нагрузочной характеристике $n=1050 \text{ мин}^{-1}$ объёмная подача $V_{ц}$, величины максимального давления в трубопроводе $P_{тн}$ и впрыска $P_{впр}$. Продолжительность впрыска $U_{впр}$ несколько выше на Газли-нефти, чем на топливе Л-0,2. При этом происходит запаздывание впрыска $U_{ч}$ на 1 град.п.кул.вала. Остаточное давление на Газли-нефти выше, и нигде не понижается ниже 0,1 МПа и в то время, как на дизельном топливе $P_{ост}$ начинает возрастать только после цикловой подачи $v_{ц} = 70 \text{ мг/цикл}$. По регулярной характеристике характер протекания процесса повторяется. Имеется некоторое повышение давления в нагнетательном трубопроводе на режимах, близких к номинальным, но с понижением скоростного режима, наблюдается тенденция некоторого уменьшения максимального давления впрыска. Продолжительность впрыска и объёмная цикловая подача сохраняются, процесс впрыска смещается на 1-0,5 град. Поворота кул.вала насоса. Остаточное давление на всех режимах выше, чем на дизельном топливе. При сравнительно равномерной объёмной подаче, весовая цикловая подача уменьшается в среднем на 4%. На Газли-нефти за счет большей величины $P_{ост}$, повышение давления в нагнетательном трубопроводе начинается раньше по времени. При этом, скорость нарастания давления несколько снижает из-за большей сжимаемости. Таблица 3.8

Сравнительные результаты расчетных и экспериментальных данных основных показателей процесса впрыска.

Таблица 3.8

Вид топлива	Показатели				Примечание
	$V_{ц}$ мг/ц	$P_{тн}$ МПа	$P_{впр}$ МПа	$U_{впр}$ Град.	
Л-0,2 ГОСТ 305-82	95	360	292	15	Экспер.
	91	362	295	15	Экспер.
Газли-нефть	91,3	362	294	15,2	расчет

$\alpha_{гн}, \alpha_{д}$ – сжимаемость Газли-нефти и дизтоплива;

$\rho_{гн}, \rho_{д}$ – плотность Газли-нефти и дизельного топлива, кг/м^3 .

Продолжительность впрыска топлива увеличивается пропорционально отношению:

$$\left(Y_{впр} \right) = \frac{Y_{впргн}}{Y_{впрд}} = \frac{P_{д}}{P_{гн}} \cdot \frac{P_{впрд}}{P_{впргн}} \quad (3.25)$$

где: индексы «ГН» относятся к Газли-нефти, «д» – к дизтопливу.

Максимальная цикловая подача уменьшается пропорционально соотношению:

$$v_{ц} = \frac{v_{цгн}}{v_{цд}} = \left(\frac{\eta_{гн}}{\eta_{д}} \right)^{1/16} = \left(\eta \right)^{1/16} \quad (3.26)$$

Как показали результаты сравнения расчетных и экспериментальных данных, формулы (3.25-3.26) можно использовать для определения относительного изменения характеристик впрыска при работе топливной аппаратуры на топливах с изменёнными физико-химическими показателями. Среднее отклонение результатов расчета не превышает 3%. Средняя квадратичная ошибка $\delta = 0,21\%$.

Расчетные изменения показателей процесса впрыска для газовых конденсатов месторождений Култук, Уртабулак, Зеварды, Шуртан, Газли, Мубарек приведены в таблице 3.9

Таблица 3.9

Расчётные изменения показателей процесса впрыска

Топливо	Показатели				
	В _ц мг/ц	P _{гн} мПа	P _{впр} мПа	Впр град.	% снижения В _ц
Л-02 ГОСТ 305-82	95	360	29,2	15	-
Култук	89	33,4	27,0	17	6
Уртабулак	92	35,0	28,2	16	3
Зеварды	90	35,5	28,8	16	5
Шуртан	87	34,5	28,0	16	8
Газли-конденсат	85	32,8	26,6	17,5	10
Южный Муборек	86	32,9	26,7	17,5	9

Результаты расчетов показывают, что без существенной потери мощности в чистом виде может быть использован конденсат месторождения Уртабулак, где показатели процесса впрыска будут такими же, как и у Газли-нефти, на тяжёлых конденсатах месторождений Култук, Зеварды, можно работать если примириться с потерей мощности 5-6%, но у конденсата месторождения Култук будет наблюдаться понижение давлений впрыска, увеличение продолжительности впрыска, что может неблагоприятно сказаться на экономических показателях работы дизеля.

Газовые конденсаты месторождений Шуртан, Газли-конденсат, Южный Муборек можно применять только в смеси с дизельными топливами.

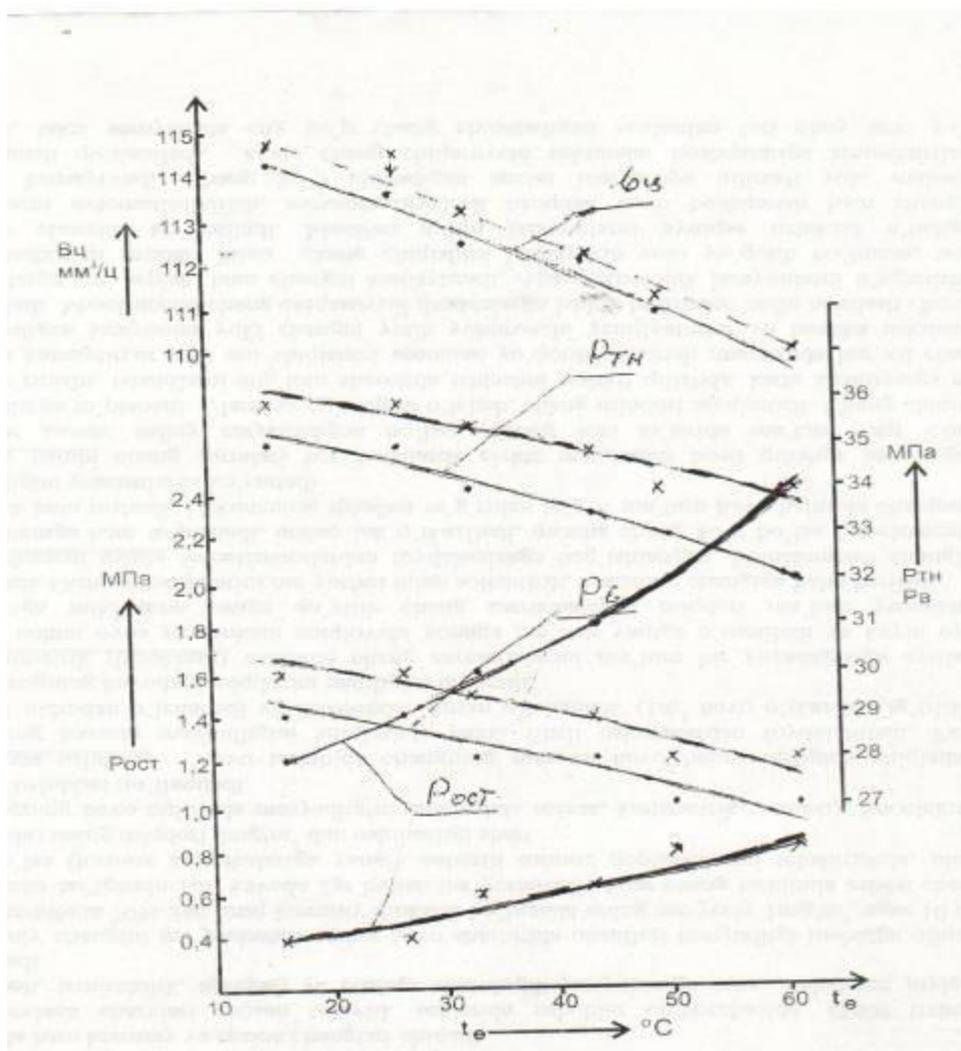


Рис. 3.5. Кривые регрессии показателей процесса впрыска от температуры топлива на выходе из насоса на Л-0,2 (--x--) и Газли-нефти (---)

На рис.3.5. представлены результаты обработки осцилограмм процесса впрыска насоса ЯЗТА от температуры. Объёмная цикловая подача топлива при повышении температуры топлива уменьшается на 4%, на топливе Л-02 и на 6% на Газли-нефти, весовая подача на 8% и 10% соответственно, давления

в нагнетательном трубопроводе и впрыска уменьшаются на 6-9%. Остаточное давление повышается в среднем в 2 раза.

Температура наружного воздуха измерялась за вентилятором с подогревателем, насоса в месте выхода топлива у штуцера, топлива – в выходном штуцере, бака – в районе горловины.

Повышения остаточного давления, рис.3.8, на Газли-нефти сказывается непосредственно не равномерности цикловой подачи по секциям насоса, рис.3.11 чем выше $P_{ост}$, тем меньше неравномерность.

Т.о несмотря на снижение v_d на Газли-нефти по сравнению с Л-02 ГОСТ 305-82, повышается равномерность топливоподачи. Другими словами, исследования ТА показали как преимущества, так и недостатки процесса впрыска.

В связи с тем, что при оценке эксплуатационных свойств не было обнаружено частного преимущества эталонного топлива, принято решение провести дополнительно исследования по определению коэффициента закоксовываемости распылителей по методике ЦНИТы [109] .

Результаты испытания приведены в таблице 3.10

Перед началом испытаний под давлением 5 Мпа были промыты распылители. Все распылители звонкие.

Коэффициент коксования на дизельном топливе составил $K_{кд} = 3,1-4,7\%$, $K_{срд} = 3,88\%$, на Газлийской нефти $K_{кн} = 3,9-6,9\%$, $K_{срн} = 5,25\%$. Относительное увеличение закоксовываемости на Газли-нефти составило 35% по отношению к дизельному топливу. Эти данные согласуются с результатами испытаний по методам квалификационного комплекса.

Испытание на закоксовываемость сопловых отверстий распылителей форсунок

Таблица 3.10

№ расп форс.	Топливо Л-0,2 ГОСТ 305-82				Газли-нефти			
	$M_{тpo}$ мм ²	$M_{тp}$ мм ²	$M_{тp}$ мм ²	$K_{кx100}$ %	$M_{тpo}$ мм ²	$M_{тp}$ мм ²	$M_{тp}$ мм ²	$K_{кнx100}$ %
1.	0,234	223	11	4,7	0,230	214	16	6,9
2.	0,234	225	9	3,85	0,232	220	12	5,1

3.	0,227	220	7	3,1	0,229	220	9	3,9
4.	0,230	220	10	4,3	0,228	216	12	5,2
5.	0,231	222	9	3,89	0,230	219	11	4,8
6.	0,232	224	8	3,45	0,229	216	13	5,6
	$K_{срд} = 3,88\%$			$K_{срн} = 5,25\%$				

3.5. Показатели рабочего процесса дизели, дымности, токсичности и канцерогенности отработавших газов.

В процессе проведения настоящего исследования нас интересовала, в первую очередь, устойчивость работы дизеля на режимах номинальном и максимального крутящего момента, связи с тем, что Газли-нефть содержит большое количество фактических смол и повышенный коэффициент сопловых отверстий распылителей.

Снимались скоростные и нагрузочные характеристики. На каждом режиме производился замер следующих показателей:

- частота вращения коленчатого вала;
- мощность;
- крутящий момент;
- расход топлива;
- расход воздуха;
- температура отработавших газов;
- температура охлаждающей воды и масла в системе смазки;
- дымность отработавших газов.

Испытания проводились в соответствии с ГОСТ 18509-73 и ГОСТ 14846-69.

Результаты испытания двигателя ЯМЗ-236 на устойчивость представлены в табл.3.11. Дизель испытывался в 4^х часовом режиме: 2 часа на режиме номинальной мощности, 2 часа в режиме максимального крутящего момента.

Результаты испытания дизеля ЯМЗ-236 на устойчивость показателей рабочего процесса на Газли-нефти.

Таблица 3.11

Скорост-ре-жим, мин ⁻¹	Время замера ч,мин	Показатели рабочего процесса							
		В _т кг/ч	Ne квт.ч	Pe МПа	Be г/квтч	T _{ог} оС	T _{ввх} оС	T _{ввых} оС	tm оС
2100	8 ¹⁵	30,3	129	0,675	235	540	80	85	80
	9 ¹⁵	30,2	128	0,67	236	560	85	90	90
	10 ¹⁵	29,7	126	0,65	235	580	90	95	95
1500	10 ¹⁵	24,0	102	0,74	235	580	85	90	95
	11 ²⁰	24,0	100	0,73	240	580	90	95	95
	12 ²⁰	23,8	98	0,71	242	600	90	95	100

Как видно из таблицы, мощностные и экономические показатели работы двигателя на режиме максимальной мощности за три часа работы практически сохранились. На режиме максимального крутящего момента наблюдается уменьшение расхода топлива на 1%, мощности на 4%, повышение удельного эффективного расхода топлива на 2,5%.

Результаты испытаний можно признать хорошим, т.к. изменение показателей входит в ошибку измерений и кроме того за такое время на 4-х часовом режиме коксования распылителей форсунок, мощностные и экономические показатели могут измениться на величину 3-5% при работе на дизельном топливе. Для сравнения в табл.3.12 представлены результаты исследования дизеля на устойчивость на топливе Л-02. Перед испытаниями сняты, промыты и прочищены сопловые отверстия форсунок.

Результаты испытания дизеля ЯМЗ-236 на устойчивость показателей рабочего процесса на топливе Л-0,2

Таблица 3.12

Скоростной режим, мин ⁻¹	Время замера в ч	Показатели рабочего процесса							
		Вт Кг/ч	Ne квт ч	Pe Мпа	Ve г/квтч	T _{ог} °С	T _{ввх} °С	T _{ввых} °С	T _м °С
2100	11 ³⁰	31,4	132	0,69	238	550	85	90	85
	12 ³⁰	31,2	131	0,68	238	570	90	95	90
	13 ³⁰	31,1	130	0,68	239	590	90	95	95
1500	13 ³⁰	25,2	105	0,76	240	590	90	95	95
	14 ³⁰	25,3	104	0,75	243	600	95	98	98
	15 ³⁰	25,0	102	0,74	245	610	90	98	100

Устойчивость показателей рабочего процесса несколько выше, чем на Газли-нефти.

На рис.3.6 представлена внешняя скоростная характеристика дизеля ЯМЗ-236 при работе на Газли-нефти и дизельном топливе Л-02 ГОСТ 305-82. При работе на Газли-нефти уменьшается часовой расход на 3-4%, удельный эффективный расход топлива на 2-2,5%; по этой причине мощность двигателя снижается всего на 2-2,5%, по сравнению с работой на дизельном топливе.

Наблюдается тенденция снижения окислов азота при равенстве выбросов окиси углерода. Дизель ЯМЗ-236 на Газли-нефти работает несколько мягче. С повышением скоростного режима, содержание СО, величина Pe уменьшается, максимальное значение выбросов окислов азота соответствует режимам максимального крутящего момента.

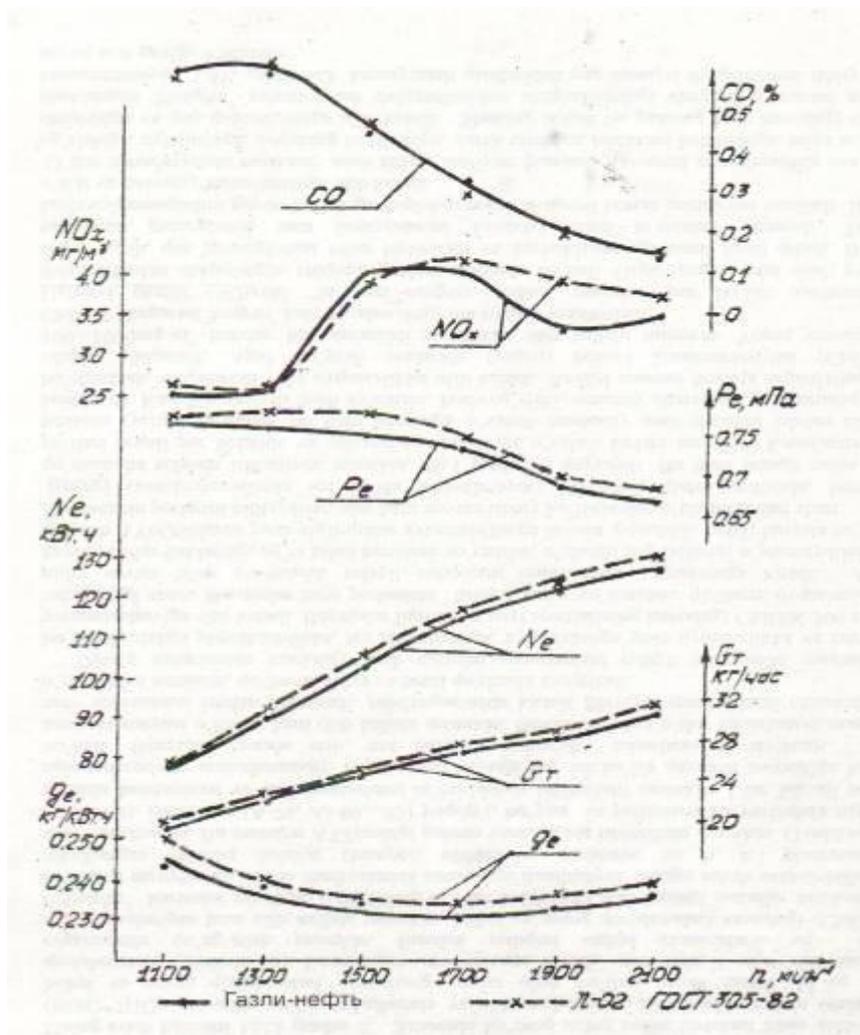


Рис.3.6. Внешняя скоростная характеристика двигателя ЯМЗ -236

На рис.3.7. представлены нагрузочные характеристики дизеля. В пределах нагрузочной характеристики $n = 2100 \text{ мин}^{-1}$ наблюдается улучшение экономичности при работе на Газли- нефти. Это преимущество сглаживается при понижении скоростного режима до $n = 1500 \text{ мин}^{-1}$. Токсикологические показатели работы дизеля на обоих видах топлива практически равноценны. Имеется тенденция некоторого увеличения CO на режимах близких к максимальным при повышении P_e .

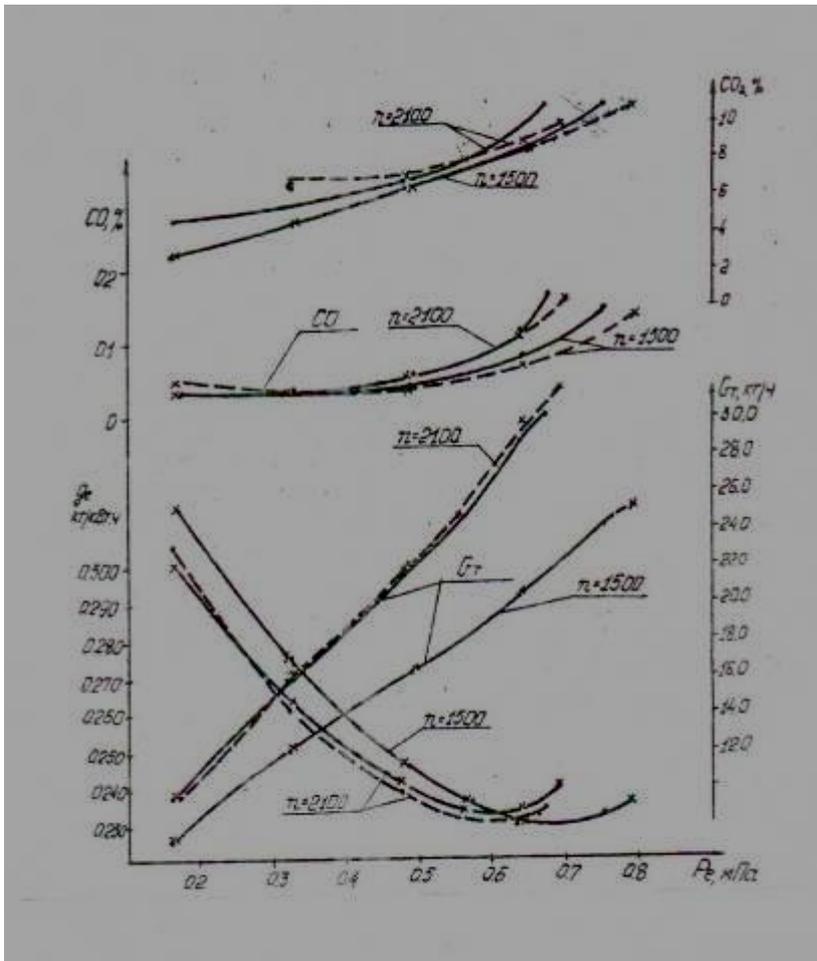


Рис. 3.7. Нагрузочные характеристики дизеля ЯМЗ-236 на Газли-нефти (--x--) и Л-0,2 (—)

На рис.3.8. показано изменение содержания бенз(а)пирена в пределах универсальной характеристики дизеля. Как видно, для Газли-нефти во всем диапазоне нагрузок и скоростей вращения канцерогенность ОГ ниже, чем на дизельном топливе.

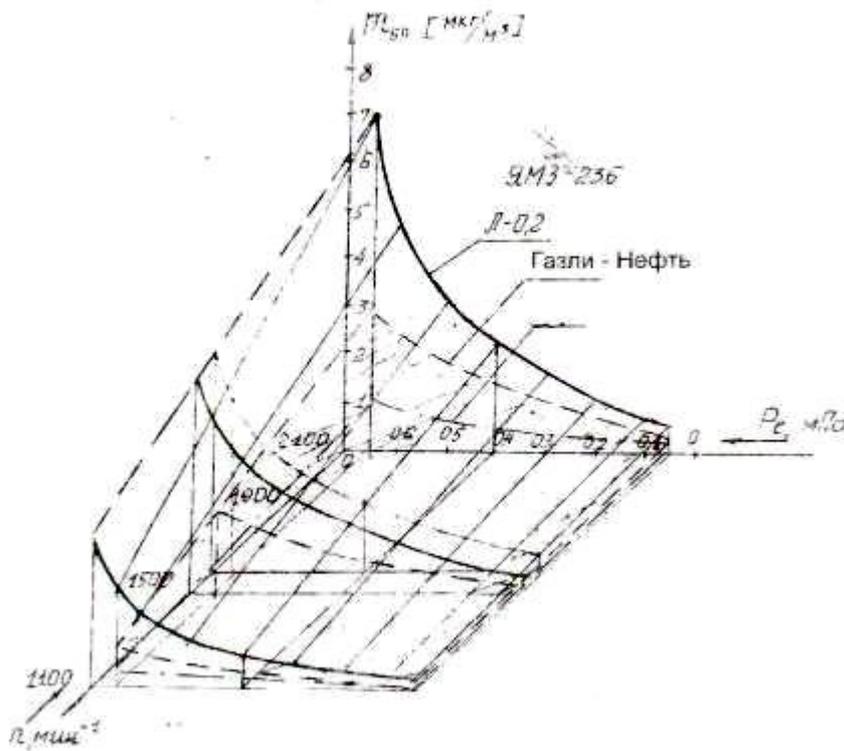


Рис. 3.8. Измерение массового содержания бенз(а) пирена в пределе универсальной характеристики.

3.6. Перспектива производства экологически чистых дизельных топлив.

Перспективы развития сырьевой базы для получения моторных топлив на основе газоконденсатных месторождений Узбекистана.

В настоящее время на территории республики в разработке находится около 30 газовых и газоконденсатных месторождений. Центр добычи газа сместился на месторождения Кашкадарьинской области и Каракалпакской Республики основное отличие которых заключается в том, что в составе газа присутствуют сероводород и другие соединения серы. Эти месторождения характеризуются большой глубиной залегания продуктивного пласта, сложными горногеологическими условиями. Содержание сероводорода находится в пределах 0,08-0,1 % объема, в газе малосернистых месторождений и до 5,6% объема – высокосернистых месторождений.

В целом, динамика добычи газоконденсата (тыс.т.) в республике характеризуется следующим образом:

2015г	2020г
3110	3450

Основным источником в недалеком будущем будет считаться газоконденсат малосернистых месторождений.

Поставщиками газоконденсата в 2010-2020 е годы будут месторождения: Зеварды, Алан, Памук, Култук, Шуртан, а также месторождение Кокдумалак, Саргиль добыча газоконденсата на котором в 2010 г. составил 2400 тыс.т.

Газоконденсаты разрабатываемых малосернистых месторождений имеют близкий состав:

н.к	10%	50%	90%
40-50 ⁰ С	85-90 ⁰ С	150-170 ⁰ С	305-325 ⁰ С

Содержание общей серы колеблется в пределах 0,15-0,25%. Газоконденсат запланированного к вводу в 1993г. месторождения Кокдумалак требует дополнительного изучения. Предварительные результаты анализа фракционного состава следующие:

н.к	10%	50%	80%
60 ⁰ С	115 ⁰ С	220 ⁰ С	335 ⁰ С

Содержание общей серы-0,88%.

Получение моторных топлив на базе газоконденсатов возможно двумя способами.

Первый, традиционный (в соответствии с разработанными авторами техническими условиями) – транспортировка газоконденсата на газоперерабатывающие заводы и получение из них прямогонного бензина и дизельного топлива широкого фракционного состава. К недостаткам этого способа с различным содержанием сернистых соединений, а также транспорт на дальние расстояния смеси газоконденсатов и обратный транспорт моторных топлив в район расположения месторождений. Все это в целом является затратным для народного хозяйства.

Второй способ- получение моторных топлив непосредственно в районе расположения газоконденсатных месторождений, что позволит не только использовать в полной мере индивидуальный состав газоконденсата каждого месторождения или групп месторождений, но и сократит затраты на очистку моторных топлив от соединений серы, на транспорт газоконденсата. Схема малогабаритных установок большой производительности представлена на рис. 3.9., 3.10.

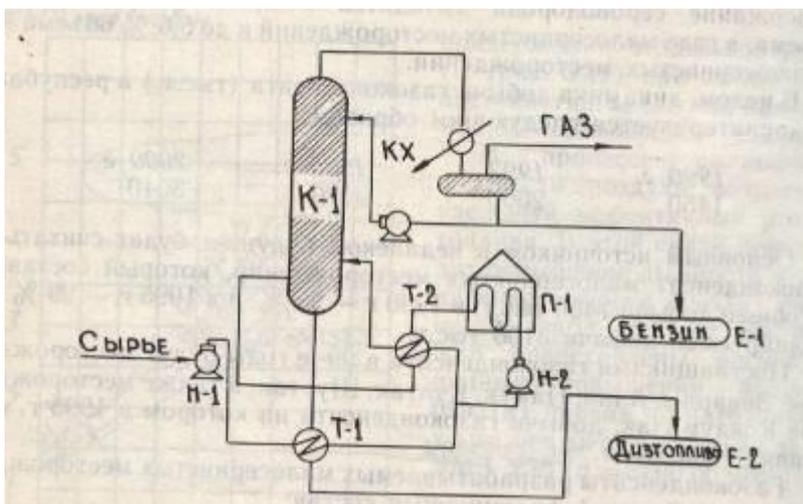


Рис. 3.9 Схема установки по производству бензина и дизтоплива

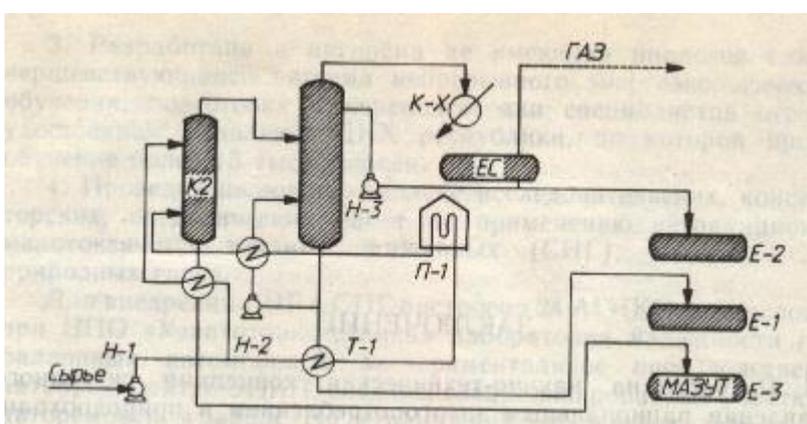


Рис. 3.10. Схема установки производства бензина, дизтоплива и мазута

Получение моторных топлив на основе газоконденсатов месторождений Западного Узбекистана представляется возможным в двух местах.

Первое, на Мубарекском ГПЗ, где, начиная с 1990 г., осуществляется стабилизация газоконденсатов месторождений Зеварды: Култук, Памук, Алан, Денгизкуль- Хаузак, Урта-Булак получением пропан –бутановой фракции, а в дальнейшем- газоконденсата перспективного месторождения Кокдумалак с высоким содержанием газоконденсата.

Вторым центром по получению моторных топлив может быть Шуртанское месторождение, где в 1988г. введена в эксплуатацию установки стабилизации конденсата, на которой можно разделять пропан- бутановую, бензиновую и дизельную фракции.

Незначительное изменение в проектной схеме установок стабилизации газоконденсата и блоков низкотемпературной сепарации позволит одновременно с получением пропан- бутановой фракции получить как дизельное топливо, керосин, так и прямогонный бензин.

Выводы и заключение.

Использование газоконденсатов на месторождениях и в примыкающих к ним промышленных районах позволит значительно расширить ресурсы дизельных топлив, сократить транспортные расходы, выброс в атмосферу продуктов неполного сгорания газоконденсатов в факелах.

Применение газоконденсатных широкофракционных летних топлив в городах, загазованных выбросами автотранспорта, необходимо для оздоровления воздушного бассейна. По материалам мониторинга содержания бенз(а)-пирена в атмосфере перекрестков г.Ташкента выяснено, что среднее круглосуточное содержание этого компонента летом в 16, зимой в 27 раз превышает предельно допустимые концентрации. Обнаружены экологически «больные» перекрестки, на которых окружающая фауна не справляется с губительным действием отработавших газов автомобильного транспорта. Наиболее действенным методом для снижения канцерогенного воздействия автотранспорта является перевод его на экологически чистые топлива.

Результаты исследований топливной аппаратуры дизелей позволило выработать требования к экологически чистому газоконденсатному топливу: для исключения парообразования $t_{нк}$ летних топлив должна быть выше 80°C , зимних 70° ;

кинематическая вязкость летних топлив должна быть выше 1,8 сст, зимних - 1,7сст;

для обеспечения надежного запуска и экономичности работы дизеля t_{50} должна быть выше 210°C ;

с целью снижения дымности, токсичности и канцерогенности отработавших газов следует поддерживать t_{50} 250°C ;

расширение фракционного состава приводит к сокращению выброса бен(а)-пирена и полициклических ароматических углеводородов с отработавшими газами независимо от первоначального их содержания в топливе.

При использовании газоконденсатов в удаленных районах необходимо поддерживать давление топлива после подкачивающей помпы выше 0,25 МПа; для снижения закоксовываемости распылителей форсунок дизелей прецизионные детали должны быть изготовлены из стали ХВГ.

Литература

1. Крайзель В. Вызов гигиены окружающей среды в 80^х годах. Ответ ВОЗ. Сессия АНН «Человек и окружающая среда», М.СССР, 21-23 марта 1989 г.
2. Будыко М.И. Климат в прошлом и будущем. Л.: Гидрометеиздат., 1980г. 352 с., ил.
3. Исидоров В.А. Органическая химия атмосферы. Под ред. Иоффе Б.В.-Л.: Химия, 1985г. 264с., ил.
4. Багдасаров А.М., Муталибов А.А., Пьядичев Э.В. и др. Уменьшение токсичного воздействия автомобильного транспорта на окружающую среду. Ташкент, Мехнат, 1987г., 120с., ил.
5. Гимкаев Д. Пора лечить города. Известия 1.09.89г. №244 (22782) 2с.
6. Штраус В., Мэйнуфринг С.Д. Контроль загрязнения воздушного бассейна / Пер.с англ. С.А.Пирумовой; Под ред. А.И.Пирумова-М.: Стройиздат., 1989г.-144с., ил.
7. Беспмятнов Г.П., Кротов Ю.А. Предельно допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде. Справочник. Л.: Химия, 1985г.- 528 с., ил.
8. Быков В.А. Экологический словарь / 2^е изд., доп.-Алма-Ата: Наука, 1988г.- 212 с.
9. Никитин Д.П., Новиков Ю.В. Окружающая среда и человек.: Учебное пособие для студентов вузов.-М.: Высшая школа, 1980г.-424 с., ил.
10. Камышло М.М. Эволюция биосферы.-М., 1974г., 220 с., ил.
11. Брылов С.А., Грабчик Л.Г., Комащенко В.И. и др. Охрана окружающей среды. Учебник для горн. и геологических спец. Вузов / Под ред. Брылова С.А. и Штопки К.-М.: Высшая школа, 1985 г.-272 с., ил.
12. Новиков Г.В., Дударев А.Я.: Л., Медицина, 1978 г.-216с., ил.
13. Уорк К., Уорнер С. Загрязнение воздуха. Источники и контроль / Под ред. Тверьевского Е.Н. / Перевод с англ. Лысака А.В., Рябошаико А.Г., Стукина Е.Д.: М., Мир, 1980г.-540с., ил.
14. Варшавский И.Л., Малов Р.В. Как обезвредить отработавшие газы автомобиля. М., Наука, 1968г. ...с., ил.
15. Бруевич Т.С. Бластогенность продуктов переработки нефти. М.: Медицина, 1980г.-272с., ил.

16. Блохин Н.Н. Вопросы развития исследований по онкологии в свете решения XXI съезда КПСС.-Вестн.АМН СССР, 1976г., №12, с.27-32.
17. Материалы Международного симпозиума «Вопросы гигиенического нормирования при изучении отдалённых последствий воздействия промышленных веществ». М.: Медицина, 1972г.
18. Сидоренко Г.И., Литвинов Н.Н. Некоторые актуальные вопросы гигиенического нормирования канцерогенных веществ. Гигиена и санитария., 1977г., №2., с 82-88.
19. Сидоренко Г.И. О сотрудничестве СССР и США в области гигиены окружающей среды.-Гигиена и санитария, 1973г., №9, с.3-7.
20. Сидоренко Г.И. Актуальные вопросы гигиены атмосферного воздуха. - Гигиена и санитария. 1975г., №12, с.3-9.
21. Бруевич Т.С., Кочеткова Т.А. Экспериментальные данные в бластогенном воздействии нефтепродуктов. – В кн.: Вопросы гигиенического нормирования при изучении отдалённых последствий воздействия промышленных веществ. М.: 1972г., с.155-162.
22. Вопросы профилактики загрязнения окружающей человека среды канцерогенными веществами / Под ред. М.М.Шабада. Таллин, «Валгус», 1972г.
23. Всемирная организация здравоохранения. Сер.: Технические доклады. Загрязнения воздушной среды; научные исследования. Женева. 1970-1989.
24. Гильденскиолд Р.С., Недогибченко М.К., Пинигин М.А., Фельдман Ю.Г. Санитарная охрана атмосферы воздуха городов. – М., 1976г.
25. Гулиева Л.М. Динамика заболеваемости злокачественными опухолями населения Ленинграда с 1959 по 1969г. – В кн.: Новости онкологии. Л., 1971г., с.171-175.
26. Грушко Я.М., Дипун П.П., Шабад Л.М. и др. Сравнительное изучение загрязнений атмосферного воздуха канцерогенным веществом (3,4 – бензипиреном) в Иркутске и Ангарске. – Гигиена и санитария, 1958г., №4, с.7-10.
27. Гуринов Б.П. Изучение канцерогенных веществ в атмосферном воздухе в целях профилактики рака. – В кн.: Ученые записки Московского института санитарии и гигиены им. Ф.Ф.Эрисмана. М., 1960г., №6, с.3-10.
28. Данецкая О.Я. Экспериментальное обоснование декарцерогенизации канцерогенных продуктов промышленности. – М., 1971г.

29. Дикун П.П., Шабад Л.И., Норкин В.Л. Некоторые данные о загрязнении атмосферы промышленных городов 3,4 – бензипиреном. – Гигиена и санитария, 1956г., №1, с.6-11.
30. Димант И.Н., Ташбеков Б.У., Давыдов Я.С., Болотова М.Н. Сравнительная оценка содержания 3,4 – бензипирена в атмосферном воздухе некоторых городов Узбекистана. – В кн.: Эпидемиология злокачественных опухолей.-Алма-Ата, 1970г., с.451-454.
31. Дихтяр С.Р., Бруевич Т.С. Некоторые данные смертности от злокачественных новообразований.-В кн.: Всесоюзное совещание по вопросам гигиены труда и состояния здоровья рабочих нефтеперерабатывающих предприятий. Атериалы. М., 1968г., с.102-103.
32. Дроздова Т.В. Изучение содержания 3,4 –бензипирена в атмосфере воздуха. Гигиена и санитария, 1971г., №3, с.114-115.
33. Канцерогенные вещества во внешней среде. М., ВНИИМИ, 1971г.
34. Книжников В.А. О некоторых общих проблемах и возможностях гигиенического нормирования канцерогенов физической и химической природы. – Гигиена и санитария, 1975г., №3, с.96-100.
35. Янышева Н.Я. О методических подходах нормирования канцерогенных веществ в атмосферном воздухе. - Гигиена и санитария, 1972г., №1, с.90-93.
36. Шабад Л.Н. Некоторые итоги исследований по гигиенической профилактике химического канцерогенеза. Гигиена и санитария, 1977г., №4, с.46-50.
37. Хесина А.Я. К вопросу о количественном определении полициклических ароматических углеводородов в модельных растворах и окружающей человека среде. В кн.: Вопросы профилактики загрязнения окружающей человека среды канцерогенными веществами. Таллин, 1972г., с.25-29.
38. Лурве А.М. Заболеваемость раком лёгкого в г.Баку по материалам за 1965-1970гг. – Труды Азербайджанского НИИ рентгенологии, радиологии и онкологии. Баку, 1972г., т.9, с.57-64.
39. Неменко Б.А., Молдакулова К.М., Сабагдаева Г.С., Мазина Н.А. Загрязнение атмосферы Алма-Аты канцерогенным веществом 3,4-бензипиреном. В кн.: Эпидемиология злокачественных опухолей. Алма-Ата, 1970г., с.140-142.
40. Нейшан И.М. О возможности определения предельных доз канцерогенных веществ. Гигиена и санитария, 1972г., №5, с.90-93.

41. Преображенская Н.Н., Церковный Г.Ф., Штраус З.Е. О некоторых особенностях заболеваемости и смертности от злокачественных новообразований в СССР. – Вестн.АМН СССР, 1973г., №3, с.84-87.
42. Нугманов С.Н. Эпидемиология злокачественных опухолей в Казахстане. Алма-Ата, 1969г.
43. Смулевич В.Б., Бульбулян М.А. Эпидемиология злокачественных новообразований и загрязнение окружающей среды канцерогенными веществами. Серия: Новости медицины и медицинской техники ВНИИМИ. М., 1976г., №1.
44. Лейте В. Определение загрязнений воздуха в атмосфере и на рабочем месте / Пер.под ред. П.А.Коузова. Л.: Химия, 1980г., с.340.
45. Манита М.Д., Салихджанова Р., Яворская С.Ф. Современные методы определения атмосферных загрязнений населенных мест. М.: Медицина, 1980г., с.255.
46. Муравьёва С.И., Бабина М.Д. и др. Санитарно-химический контроль воздуха промышленных предприятий / Под ред. С.И.Муравьёвой. М.: Медицина, 1982г., с.352.
47. Перегуд Е.А., Горелик Д.О. Инструментальные методы контроля загрязнения атмосферы. Л.: Химия, 1981г., с.384.
48. Nojima K., Fukaya K., Fukui S. e.a. – Chemosphere, 1975, v4, p.77-82; - Ybid., 1976, v.5, p 77-82.
49. Atkinson R., Carter W.P.L., Darnael K.R., e.a. – Ynt.7. Chem.Kihet., 1980, v.12, p 779-837.
50. Killus Y.P., Whitten G.Z. – Atm. Environ., 1982, v.16, p 1973-1988.
51. Besemer A.C. – Ybid., 1982, v.16, p.1599-1602.
52. Тургунов А.М. Влияние характеристик топлив на канцерогенность отработавших газов дизелей. Дисс.на соиск. ученой степени к.т.н. Спец. 05.04.02. – Ташкент, 1984г., с.215.
53. Информационное письмо: Состояние, проблемы и возможные пути улучшение охраны окружающей среды в Узбекистане. Ташкент, 1989г., с.38.
54. Информация о состоянии загрязнения атмосферного воздуха в г.г. Ташкент, Алмалык, Ангрен, Бекабад, Чирчик за 1980-1990 годы госкомитет СССР по гидрометеорологии, Ташкент, 1980-1990.

55. Пашин А.Я. Снижение канцерогенных загрязнений атмосферы города применением в дизелях газоконденсатных топлив. Дисс. на соиск. ученой степени к.т.н. – Ташкент, 1983г., с.200.
56. Салимов А.У., Мубалибов А.А., Багдасаров А.М. и др. Состояние окружающей среды и её защита от загрязнения отработавшими газами современных автомобилей. – Ташкент, УзНИИНТИ, 1977г.
57. Якубовский Ю. Автомобильный транспорт и защита окружающей среды. – М.: Транспорт, , с.198.
58. Шабад Л.М. О циркуляции канцерогенов в окружающей среде. – М.: Медицина, 1973г., с.363, ил.
59. Филипосянц Т.Р., Кратко А.П., Мазинг М.В. Методы снижения вредных выбросов с отработавшими газами автомобильных дизелей. – М.: НИИН автопром, 1979г.
60. Фельдман Ю.Г. Гигиеническая оценка автотранспорта как источника загрязнения атмосферного воздуха. – М.: Медицина, 1975г.
61. Пьядичев Э.В., Кадыров С.М., Пашин А.Я., Тургунов А.М. Результаты исследований дымности и канцерогенности отработавших газов двигателей RABA-MAN на газоконденсатном и дизельном топливах. – Transportation Engineering-Vol. №0.1., Budapest, 1981.
62. Багдасаров А.М. Исследование выбросов: оптимизация параметров пассажирских перевозок автомобильным транспортом и разработка методов их реализации с учетом экологических факторов. – Дисс.на соиск. уч.степ. д.т.н., Ташкент, 1979г.
63. Кириллов В.Ф. Санитарная охрана атмосферного воздуха. – М.: Медицина, 1986г.
64. Ишмухамедов А.Э., Набиева А.Н., Досчанов Т.Д. Социально-экономические проблемы охраны окружающей среды. – Ташкент: Фан, 1980г., с.139.
65. Соловьев А.К. Социально-экономическая эффективность мероприятий по защите окружающей среды при застройке городов. – М.: Стройиздат., 1987г., с.125.
66. Муратходжаев Н.И., Димант И.Н., Владимиров Э.Н. и др. Роль автотранспорта в канцерогенном загрязнении воздушного бассейна г.Ташкента. – В сб.: Диагностика и лечение злокачественных новообразований. – Алма-Ата: Минздрав КазССР, 1980г., с.122-127.

67. Радионов А.И., Клушин В.Н., Торочешников Н.С. Техника защиты окружающей среды: Учебник для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Химия, 1989г., с.512, ил.
68. Перельман А.И. Геохимия: Учеб. для геол. спец. вузов. –2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш.шк., 1989г., с.528, ил.
69. Василенко В.Н., Назаров И.Н., Фридман Ш.Д. Мониторинг загрязнения снежного покрова. Л., 1985г.
70. Израэль Ю.А., Назаров И.Л., Пресман А.Я. Кислотные дожди. Л., 1983г.
71. Израэль Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды. Издательство 2-е. – Л., Гидрометеоиздат., 1984г., с.560.
72. Муравьева С.И., Казнина Н.И., Прохорова Е.К. Справочник по контролю вредных веществ в воздухе: Справ.изд. – М.: Химия, 1988г., с.320.
73. Соковнин В.И. Воздушная среда городов и её защита от загрязнения / Отв.ред. К.С.Зиядуллаев.: Фан, Ташкент, 1989г., с.156.
74. Беккер А.А., Агаев Т.Б. Охрана и контроль загрязнения природной среды.: Гидрометеоизд., Л., 1989г., с.286.
75. Рамад Ф. Основы прикладной экологии. – Л.: Гидрометеоизд., 1981г., с.544.
76. Аникеев В.А., Копи И.З., Скалин Ф.В. Технологические аспекты охраны окружающей среды. – Л.: Гидрометеоизд., 1982г., с.255.
77. Вернадский В.И. Химическое строение биосферы земли и её окружения. – М.: Наука, 1987г., с.339.
78. Безуглая Э.Ю. Мониторинг состояния загрязнения атмосферы городах. – Л.: Гидрометеоиздат., 1986г., с.200.
79. Гуревич Г.Р., Брускловский А.И. Справочное пособие по расчету фазового состояния и свойств газоконденсатных смесей. – М.: Недро, 1984г., с.264.
80. Рид Р., Праусниц Д.Ж., Шервуд Т. Свойства газов и жидкостей. Справочное пособие / Пер. с англ. под ред. Б.И. Соколова. – 3-е изд., перераб. и доп. – Л.: Химия, 1982г., с.592, ил. Нью-Йорк, 1977г.
81. Расчеты основных процессов и аппаратов нефтепереработки: Справочник / Рабинович Г.Г., Рябых П.М., Хохряпов П.А. и др. / Под ред. Е.М. Судакова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Химия, 1979г., с.568.

82. Пьядичев Э.В. Химмотологические основы расширения ресурсов дизельных топлив за счет газового конденсата. Дисс. на соиск. ученой степени д.т.н.: Ташкент, 1988г., с.477.
83. Мустафаев Р.А.
84. Нефтепродукты.
85. Алексеев В.П., Вырубов Д.Н. Физические основы процессов в камерах сгорания поршневых ДВС. М.: МВТУ им.Н.Э.Баумана, 1977г., с.84.
86. Гуреев А.А., Камфер Г.М. Испаряемость топлив для поршневых двигателей. – М.: Химия, 1982г., с.264.
87. Звонов В.А., Боженко Е.И., Дядин А.П. и др. в кн.: Двигатели внутреннего сгорания. Харьков, ХГУ, 1976г., вып.24, с.115-124.
88. Брозе Д.Д. Сгорание в поршневых двигателях. М.: машиностроение, 1969г., с.247.
89. Вибе И.И. Новое о рабочем цикле двигателей. М.: Машгиз, 1962г., с.271.
90. Звонов В.А., Малахов В.Н. Влияние цикловой неравномерности карбюраторного двигателя на выделение окислов азота. – В кн. Двигатели внутреннего сгорания. Харьков, ХГУ, 1973г., вып.17, с.25-34.
91. Кердановский Г.Л. Показатели работы двигателей с исправным зажиганием и факельным зажиганием. – Тр. Костромского с.-х.института, 1969г., №23, с.11-16.
92. Теснер П.А. Образование углерода из углеводородов газовой фазы. М.: Химия, 1972г., с.136.
93. Звонов В.А. Токсичность двигателей внутреннего сгорания / 2-е издательство перераб. – М.: Машиностроение, 1981г., с.160.
94. Базаров Б.И. Экологическая безопасность автотранспортных средств. Тошкент ТАДИ, 2005г.-с104
95. Чернышев Г.Д., Хачиян А.С., Пицца В.И. Рабочий процесс и теплонапряженность автомобильных дизелей / Под общ.ред. Г.Д.Чернышева – М.: Машиностроение, 1986г., с.216.
96. Костин А.К., Ларионов В.В., Михайлов Л.И. Теплонапряженность двигателей внутреннего сгорания. Справочное пособие. – Л.: Машиностроение Л.О., 1979г., с.214.

97. Хачиян А.С. Исследование оптимальных условий организации рабочего процесса дизеля с наддувом // Рабочие процессы автотранспортных двигателей внутреннего сгорания. – М.: МАДИ, 1981г., с.4-14.
98. Кутателадзе С.С. Основы теории теплообмена. – М.: Атомизд., 1979г., с.416.
99. Расчет давлений газа в межкольцевом пространстве поршней д.в.с. / В.И.Пикус, В.В.Большаков, А.Л.Новенников и др. // Двигатели внутреннего сгорания, Ярославль., 1976г., с.76-81.
100. Шеховцев Л.Ф. Математическое моделирование теплопередачи в быстроходных дизелях. – Х.: Высшая школа, 1978г., с.146.
101. Ахмедов Р.Б., Цирульников Л.М. Технология сжигания горючих газов и жидких топлив / 2-е изд. перераб. и доп. – Л. Недра, 1984г., с.238.
102. Соколова Я.И., Цирульников Л.М., Конюхов В.Г. Снижение образования полициклических ароматических углеводородов при сжигании природного газа. М. ВНИИЭгазпром, 1982г., с.55.
103. Кондратьев В.Н., Никитин Е.Е. Кинетика и механизм газофазных реакций. М.: Наука, 1975г., с.559.
104. Основы практической теории горения / Под ред. В.В.Померанцева. Л.: Энергия, 1973г., с.264.
105. Двигатели внутреннего сгорания. Устройство и работа поршневых и комбинированных двигателей / Под ред. А.С.Орлина и М.Г.Круглова. М.: Машиностроение, 1980г., с.288.
106. Воинов А.Н. Процессы сгорания в быстроходных поршневых двигателях. М. Машгиз, 1965г., с.287.
107. Вырубков Д.Н. Смесеобразование в двигателях дизеля. – Рабочие процессы в двигателях внутреннего сгорания. М.: Машгиз, 1964г. (МВТУ, №25).
108. Иноземцев Н.В., Кошкин В.К. Процессы сгорания в двигателях. М.: Машгиз, 1949г., с.642.
109. Сербинов А.И. Самовоспламенение распыленных жидких топлив. – Сгорание в транспортных поршневых двигателях.
110. Соколик А.С. Самовоспламенение, пламя и детонация в газах. М.: АН СССР, 1960г., с.417.
111. Ахметов Л.А., Багдасаров А.М. Экологические аспекты автотранспорта. Ташкент: Мехнат. 1988.

- 112.Бакиров Ф.Г., Захаров В.М., Полушук И.З., Шайхутдинов З.Г. Образование и выгорание сажи при сжигании углеводородных топлив. М: Машиностроение, 1989,128с.
- 113.Берлянд М.Е. Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы. Л.: Гидрометеиздат , 1985. 272с.
- 114.Дьяков А.Б., Игнатьев Ю.В., Коншин Е.П. и др. Экологическая безопасность транспортных потоков. М.: Транспорт ,1989. 128с.
- 115.Жегалин О.И., Лупачев П.Д. Снижение токсичности автомобильных двигателей. М.: Транспорт, 1985. 126с.
- 116.Зельдович Я.Б., Баренглат Г.И., Либрович В.Б., Махвиладзе Г.М. Математическая теория горения и взрыва. М.: Наука, 1980. 478с.
- 117.Иванов В.Н., Ерохов В.И. Экономия топлива на автомобильном транспорте. М.: Транспорт , 1984. 302с.
- 118.Конь М.Я., Зелькинд Е.М., Шершун В.Г. Нефтеперерабатывающая промышленность за рубежом. М.: Химия, 1986. 184с.
- 119.Кульджаев Б.А., Сергиенко С.Р. Газоконденсаты. Ашхабад: Ылым, 1979. 220с.
- 120.Муталибов А.А., Пьядичев Э.В., Ставров А.П. Газовые конденсаты и перспективы их применения. Ташкент: Узбекистан, 1976. 156с.
- 121.Ривкин С.Л. Термодинамические свойства воздуха и продуктов сгорания топлив/Справочник, 2-е изд. М.: Энергоатомиздат, 1984. 104с.
- 122.Справочник нефтехимика Т 1-П.Л.: Химия, 1978. 1088с.
- 123.Свиридов Ю.Б. Смесеобразование и сгорание в дизелях. Л.: Машиностроение, 1972. 224с.
124. Тургунов А.М. Экологическая эффективность применения газовых конденсатов. Ташкент: ФАН, 1992.100с.
- 125.Чернышев Г.Д., Хачиян А.С., Пипус В.М. Рабочий процесс и теплонапряженность автомобильных дизелей. М.: Машиностроение, 1986, 216с.
- 126.Поисковая интернет страница www.Google , www.yandex



Топливозаправщик ТЗА-7,5-500А выпускался на Тихорецком заводе химического машиностроения "Красный молот" с 1971 по 1993 год. [126]

Топливозаправщик ТЗА-7,5-500А разработан Тихорецким заводом химического машиностроения "Красный Молот" на шасси автомобиля МАЗ-500А. Серийное производство организовано в 1971 году.

ТЗА-7,5-500А предназначен для механической заправки летательных аппаратов авиационным топливом закрытым и открытым способами на аэродромах с твёрдым покрытием при температуре окружающей среды от -40 до +50°C.

На шасси автомобиля установлена цистерна эллиптического сечения, сваренная из стали толщиной 3 мм. В задней части имеется самовсасывающий центробежный лопастный насос СЦЛ-20-24а. Насос левого вращения с приводом от двигателя автомобиля через коробку отбора мощности. Контроль расхода перекачиваемого топлива установлен счётчик-манометр СЖШ-1000М. Для очистки топлива используется фильтр тонкой очистки ТФБ с пропускной способностью 750 л/мин. В комплект заправщика входят 2 приёмных шланга диаметром 65 мм и длиной по 4,5 м, 2 раздаточных диаметром 50 мм длиной 9 и 15 м.

Технические характеристики

Габариты, мм:

длина	7600
ширина	2650
высота	2650
База, мм	3950
Колея, мм	1970/1865
Дорожный просвет, мм	270
Радиус поворота, м	8,5
Масса, кг:	

в снаряженном состоянии	8680
полная	14875
Грузоподъёмность, кг	5800
Объём цистерны, л:	

эксплуатационный	7500
геометрический	7800

Двигатель:

тип	ЯМЗ-236
число цилиндров	6
рабочий объём, см ²	11150
мощность, л.с.	180
Число передач	5
Колёсная формула	4x2
Размер шин	11,00-20"

Запас топлива, л	200
Скорость максимальная, км/ч	85
Тормозной путь со скорости 40 км/ч, м	18
Контрольный расход топлива при скорости 40 км/ч, л/100 км	22
Время наполнения цистерны, мин.	18
опорожнения, мин.	12,5

Производительность раздаточной системы при частоте вращения вала насоса 1700 об/мин, л/мин.:

через 1 пистолет РП-40Г	600
через 2 пистолета	750
через наконечник 2561А-8	750

Технические характеристики -2

Габариты, мм:				
длина			7600	
ширина			2650	
высота			2650	
База, мм			3950	
Колея, мм			1970/1865	
Дорожный просвет, мм			270	
Радиус поворота, м			8,5	
Масса, кг:				
в	снаряженном	состоянии	8680	
	полная		14875	
Грузоподъёмность, кг				
5800				
Объём цистерны, л:				
эксплуатационный			7500	
геометрический			7800	
Двигатель:				
тип			ЯМЗ-236	
число		цилиндров	6	
рабочий	объём,	см ²	11150	
мощность, л.с.			180	
Число передач				
5				
Колёсная формула				
4x2				
Размер шин				
11,00-20"				
Запас топлива, л				
200				
Скорость максимальная, км/ч				
85				
Тормозной путь со скорости 40 км/ч, м				
18				
Контрольный расход топлива при скорости 40 км/ч, л/100 км				
22				
Время наполнения цистерны, мин.				
18				
опорожнения, мин.				
12,5				
Производительность раздаточной системы при частоте вращения вала насоса 1700 об/мин, л/мин.:				
через	1	пистолет	РП-40Г	600
через	2		пистолета	750
через наконечник 2561А-8				750

Технические характеристики МАЗ 5335

	МАЗ 5335 '1977–90	МАЗ 53352 '1977–90
		
Года выпуска	—	1977
Геометрия		
Тип кузова	Грузовик	Грузовик
количество дверей	2	2
расположение руля	слева	слева
колёсная база	3 950 мм	5 000 мм
дорожный просвет	270 мм	270 мм
габариты / длина	7 250 мм	8 530 мм
габариты / ширина	2 500 мм	2 500 мм
габариты / высота	2 720 мм	2 750 мм
колея / передняя	1 970 мм	1 950 мм
колея / задняя	1 865 мм	1 800 мм
масса / снаряженная	6 725 кг	7 450 кг

	МАЗ 5335 '1977–90	МАЗ 53352 '1977–90
масса / полная	14 950 кг	16 000 кг
количество мест		
всего	3	3
из них неполноценных	—	—
Двигатель		
название	ЯМЗ 236	ЯМЗ 238Е
Внешний вид		—
расположение	спереди	спереди
ориентация	продольно	продольно
Система питания	—	карбюратор
Цилиндры/клапаны	V6/2	V8/2
Диаметр цилиндров	130 мм	130 мм
Ход поршня	140 мм	140 мм
Степень сжатия	16,50	16,50
Объем	11 150 см ³	14 860 см ³

	МАЗ 5335 '1977–90	МАЗ 53352 '1977–90
Турбонаддув	нет	нет
Мощность	180 л.с. при 2100 об/мин	265 л.с. при 2300 об/мин
Крутящий момент	667 Нм при 1500 об/мин	882 Нм при 1500 об/мин
Марка топлива	дизель	дизель
трансмиссия		
привод	задний	задний
сцепление	Двухдисковое, сухое	Двухдисковое, сухое
коробка передач	МКПП 5 передач	МКПП 8 передач
подвеска и рулевое управление		
тип передней подвески	На продольных полуэллиптических рессорах	На продольных полуэллиптических рессорах
тип задней подвески	На продольных полуэллиптических рессорах, с дополнительными рессорами	На продольных полуэллиптических рессорах, с дополнительными рессорами
тип рулевого управления	Винт и гайка, с гидроусилителем	Винт и гайка, с гидроусилителем
Скоростные характеристики		
максимальная скорость	85,0 км/ч	85,0 км/ч
ограничитель скорости	—	нет

	МАЗ 5335 '1977–90	МАЗ 53352 '1977–90
тормозная система		
тормоза передние	Барабанные, с отдельным пневматическим приводом	Барабанные, с отдельным пневматическим приводом
тормоза задние	Барабанные, с отдельным пневматическим приводом	Барабанные, с отдельным пневматическим приводом
ABS	нет	нет
эксплуатационные характеристики		
диаметр разворота	17,0 м	22,0 м
угол въезда	25 °	22 °
угол съезда	26 °	24 °
объем топливного бака / основной	200 л	350 л
расход топлива / смешанный режим	22,0 л/100км	30,0 л/100км
Дополнительная информация		
Дополнительная информация	Примечание: грузоподъемность - 8000 кг, допустимая масса прицепа - 12000 кг. Смешанный расход топлива указан при скорости движения 40 км/ч. Высота указана по кабине.	Примечание: грузоподъемность - 8400 кг, допустимая масса прицепа - 16000 кг. Смешанный расход топлива указан при скорости движения 40 км/ч. Высота указана по кабине, высота с тентом составляет 3700 мм. [126]