



Автотракторные дизельные топлива

Тема №3

**Дисциплина: «Эксплуатационные
материалы»**

Петрозаводск 2012

**Эксплуатационные свойства
дизельных топлив.
Требования к качеству**

Лекция №3.1.



1. Основные сведения

Дизельные топлива и их свойства

- Дизельные топлива - смеси углеводородов, используемые в качестве топлив для дизелей и газотурбинных установок. Получают при атмосферной или вакуумной перегонке нефти с последующей гидроочисткой и депарафинизацией.
- В некоторые сорта дизельных топлив добавляют до 20% гидроочищенного газойля, получаемого каталитич. крекингом.
- Топливом для быстроходных дизельных двигателей служат легкие керосино-газойлевые маловязкие фракции нефти, для тихоходных - тяжелые вязкие фракции .

Характеристики дизельных топлив

Показатель	Для быстроходных двигателей	Для тихоходных двигателей
Плотность, г/см ³ , не более . . .	0,830–0,860	0,930
Вязкость, мм ² /с		
20 °С	1,5–6,0	
50 °С	–	20–130
Т.кип., °С	180–360	250–420
Т.заст., °С	от –55 до –5	от –5 до 10
Т.всп., °С	35–61	65–85
Содержание, %, не более		
ванадий	–	0,010–0,015
сера	0,2–0,5	0,5–2,0
Кислотное число, не более . . .	5	
Иодное число, не более	6	
Коксуемость, %, не более	0,3	3–9
Зольность, %, не более	0,01	0,02–0,06

Процесс сгорания ДТ в двигателе

Дизельное топливо используют в двигателях с воспламенением от сжатия, называемых дизелями.

Воздух и топливо подаются в камеру сгорания отдельно.

Работа двигателя:

1. В ходе всасывания в цилиндр поступает свежий воздух;
2. При втором ходе сжатия – воздух сжимается до 3 ... 4 МПа (30 ... 40 кгс/см²). В результате сжатия температура воздуха достигает 500 ... 700 °С.
3. В конце сжатия в цилиндр двигателя впрыскивается топливо, образуя рабочую смесь, которая нагревается до температуры самовоспламенения и воспламеняется. Впрыскиваемое топливо распыляется форсункой, которая помещается в камере сгорания или в форкамере. Средний диаметр капель топлива составляет примерно 10 ... 15 мкм.
4. Выхлоп

Дизельные двигатели.

Преимущества и недостатки

- По сравнению с карбюраторными двигателями дизельные двигатели отличаются высокой экономичностью, так как работают с более высокими степенями сжатия (12 ... 20 вместо 4 ... 10) и коэффициентом избытка воздуха $\alpha = 1,4 \dots 1,5$. Вследствие этого удельный расход топлива у них на 25 ... 30 % ниже, чем у карбюраторных двигателей.
- Дизельные двигатели более надежны в эксплуатации и более долговечны, они обладают лучшей приемистостью, т.е. легче набирают обороты и преодолевают перегрузки.
- В то же время, дизели отличаются большей сложностью в изготовлении, большими габаритами и меньшей мощностью на единицу веса.
- Но, исходя из более экономичной и надежной работы, дизели успешно конкурируют с карбюраторными двигателями.

Требования к качеству

Для обеспечения долговечной и экономичной работы дизельного двигателя дизельное топливо должно отвечать следующим требованиям:

- иметь хорошее смесеобразование и воспламеняемость;
- обладать соответствующей вязкостью;
- иметь хорошую прокачиваемость при различных температурах окружающего воздуха;
- не содержать сернистых соединений, водорастворимых кислот и щелочей, механических примесей и воды.

Воспламеняемость

- Свойство дизельного топлива, характеризующее мягкую или жесткую работу дизеля, оценивают по его самовоспламеняемости. Оценочным показателем служит цетановое число топлива.
- Цетановое число характеризует способность топлива к воспламенению в камере сгорания и равно объёмному содержанию цетана в смеси с α -метилнафталином, которое в стандартных условиях имеет одинаковую воспламеняемость по сравнению с исследованным топливом.
- Температура вспышки, определённая по ASTM D93, для дизельного топлива должна быть не выше 70 °С.
- Температура перегонки, определённая по ASTM D86, для дизельного топлива не должна быть ниже 200 и выше 350 °С.
- Топливо, поступающее в цилиндры дизеля, воспламеняется не мгновенно, а через некоторый промежуток времени, который называется периодом задержки самовоспламенения. Чем он меньше, тем за меньший промежуток времени топливо сгорает в цилиндрах дизеля. При большом периоде задержки самовоспламенения топливо сгорает за короткий промежуток времени, давление газов нарастает почти мгновенно, поэтому дизель работает жестко (со стуком).
- Чем выше цетановое число, тем меньше период задержки самовоспламенения дизельного топлива, тем мягче работает двигатель.

Методы определения цетанового числа

- Самовоспламеняемость дизельного топлива оценивается обычно путем сравнения ее с самовоспламеняемостью эталонных топлив. В качестве эталонных топлив используется нормальный парафиновый углеводород **цетан ($C_{16}H_{34}$)**, имеющий малый период задержки самовоспламенения (самовоспламеняемость цетана условно принята за 100) и ароматический углеводород **α -метилнафталин $C_{10}H_7CH_3$** , который имеет большой период задержки самовоспламенения (самовоспламеняемость его условно принята за 0).
- Цетановое число топлива численно равно процентному содержанию цетана в его смеси с α -метилнафталином, которая по характеру сгорания (по самовоспламеняемости) равноценна испытываемому топливу.
- Используя эталонные топлива, можно получать смеси с любыми цетановыми числами от 0 до 100.
- Цетановое число можно определить тремя способами: по совпадению вспышек, по запаздыванию самовоспламенения и по критической степени сжатия.

Метод "совпадения вспышек"

Цетановое число дизельных топлив обычно определяют по методу "совпадения вспышек" на установках ИТ9-3, ИТ9-3М или ИТД-69 (ГОСТ 3122–67). Это одноцилиндровые четырехтактные двигатели, оборудованные для работы с воспламенением от сжатия.

- Двигатели имеют переменную степень сжатия $\varepsilon = 7 \dots 23$. Угол опережения впрыска топлива устанавливается равным 13° до верхней мертвой точки (В.М.Т). Изменением степени сжатия добиваются, чтобы воспламенение происходило строго в В.М.Т.
- При определении цетанового числа дизельных топлив частота вращения вала одноцилиндрового двигателя должна быть строго постоянной ($n = 900 \pm 10$ об/мин).
- После этого подбирают два образца эталонных топлив, один из которых дает совпадение вспышек (т.е. задержку самовоспламенения, равную 13°) при меньшей степени сжатия, а второй – при более высокой степени сжатия.
- Путем интерполяции находят смесь цетана с α – метилнафталином, эквивалентную испытываемому топливу, и таким образом устанавливается его цетановое число.

Влияние цетанового числа на работу двигателя

- Цетановое число топлив зависит от их углеводородного состава. Наиболее высокими цетановыми числами обладают парафиновые углеводороды нормального строения. Самые низкие цетановые числа у ароматических углеводородов.
- Оптимальным цетановым числом дизельных топлив является 40 – 50. Применение топлив с ЦЧ < 40 приводит к жесткой работе двигателя, а ЦЧ > 50 – к увеличению удельного расхода топлива за счет уменьшения полноты сгорания.
- Летом можно успешно применять топлива с ЦЧ равным 40, а зимой для обеспечения холодного пуска двигателя требуется ЦЧ > 45.

Влияние цетанового числа на работу двигателя

- Цетановое число топлив зависит от их углеводородного состава. Наиболее высокими цетановыми числами обладают парафиновые углеводороды нормального строения. Самые низкие цетановые числа у ароматических углеводородов.
- Оптимальным цетановым числом дизельных топлив является 40 – 50. Применение топлив с ЦЧ < 40 приводит к жесткой работе двигателя, а ЦЧ > 50 – к увеличению удельного расхода топлива за счет уменьшения полноты сгорания.
- Летом можно успешно применять топлива с ЦЧ равным 40, а зимой для обеспечения холодного пуска двигателя требуется ЦЧ > 45.
- Для повышения цетанового числа дизельного топлива к нему добавляют специальные **высокоцетановые присадки**: синтин (продукт синтеза окиси углерода и водорода), перекиси углеводородов, нитросоединения. Однако они широкого распространения не получили из-за невысокой стабильности при хранении, и большой взрывоопасности.

Конструктивные факторы, влияющие на процесс горения

- Положительно влияет повышение степени сжатия ϵ , а следовательно, температуры и давления воздуха, при этом улучшается процесс сгорания, двигатель работает более мягко.
- Конструкция камеры сгорания должна обеспечивать интенсивное вихреобразование при сжатии воздуха, что уменьшает время нагрева топлива.
- В качестве материала для поршней лучше использовать не алюминий, а чугун, так как он обладает меньшей теплопроводностью.
- Увеличение угла опережения впрыска топлива отрицательно сказывается на самовоспламенении, ибо топливо впрыскивается в менее сжатую и нагретую среду и работа двигателя становится более жесткой, а также из-за преждевременного сгорания большей части топлива значительное давление развивается до прихода поршня в ВМТ, что вызывает потерю мощности.

Эксплуатационные факторы, влияющие на процесс горения

Низкотемпературные свойства характеризуются такими показателями, как температура застывания $t_{заст}$ и помутнения $t_{п}$, предельная температура фильтрации $t_{пр.ф.}$

- Температура застывания характеризует потерю текучести (подвижности) топлива с понижением температуры из-за увеличения вязкости и выделения кристаллов парафинов. При достижении $t_{заст}$ невозможна подача топлива в цилиндры двигателя.
- Температура помутнения – это температура, при охлаждении, до которой топливо начинает мутнеть вследствие образования микрочастиц парафинов. Надежная подача топлива обеспечивается при температуре окружающей среды на 3 ... 5 °C выше его температуры помутнения.
- Наинизшая температура, при которой еще возможно протекание топлива через топливный фильтр тонкой очистки, называется предельной температурой фильтрации.

Вязкость и плотность определяют процессы испарения и смесеобразования в дизеле. Низкая плотность и вязкость обеспечивают лучшее распыливание топлива, что улучшает сгорание. С повышением плотности и вязкости увеличивается диаметр капель, ухудшается полное их сгорание, увеличивается удельный расход топлива, растет дымность продуктов сгорания. Слишком низкая вязкость топлива ведет к повышенному износу плунжерных пар форсунок, слишком высокая же вязкость ухудшает фильтрацию топлива и затрудняет работу топливных насосов.

Влияние качества топлива на процесс горения

- Оценивают качество дизельного топлива по фракционному составу, который определяют так же как и бензина, и еще по температуре вспышки.
- **Степень чистоты дизельных топлив.** Чистоту топлива оценивают коэффициентом фильтруемости.
- **Температура вспышки** характеризует пожарную опасность топлива при его транспортировке и хранении. Низкая температура вспышки указывает на наличие легких компонентов, присутствие которых может быть опасно также и при работе двигателей. Поднять температуру вспышки дизельного топлива можно, повысив температуру начала кипения, а, следовательно, снизив отбор топлива от нефти.
- **Содержание серы, водорастворимых кислот, щелочей, непредельных углеводородов.** Все эти соединения вредно отражаются на долговечности дизелей, приводят к повышенной коррозии и износу, нагарообразованию.

Марки дизельного топлива.

На сегодняшний день согласно техническим условиям выпускается дизельное топливо трех марок, взамен восьми выпускаемых ранее. **В зависимости от условий применения утверждены следующие марки дизельного топлива:**

- Л – летнее предназначенное для применения от 0 °С и выше,
- З – зимнее применяемое от –20 °С до 0 °С,
- А – арктическое применяемое от –50 °С до –20 °С.

Принято следующее условное обозначение дизельного топлива.

- Например: Л-0,2-40 – здесь Л – летнее, 0,2 – содержание серы 0,2 %, 40 – температура вспышки °С;
- З-0,2-35 – здесь З – зимнее, 0,2 – содержание серы 0,2 %, 35 – температура застывания –35 °С;
- у арктического топлива отражается только содержание серы А-0,4 – А – арктическое, 0,4 – содержание серы в %.

Механические примеси и коррозионные свойства дизельных топлив.

Лекция №3.2.

Механические примеси и вода

Механические примеси

- Надежность подачи топлива является необходимым предварительным условием правильного смесеобразования и сгорания. Топливо должно быть чистым.
- Механические примеси даже в небольшом количестве забивают фильтрующие элементы и, самое главное, вызывают износ плунжерных пар, корпуса и иглы распылителя форсунок, изготовленных с высокой точностью. Износ прецизионных деталей приводит к снижению давления и цикловой массовой подачи топлива, уменьшению давления впрыскивания, подтеканию топлива из-под иглы распылителя форсунок, что практически полностью нарушает работу дизеля.
- Содержание механических примесей в дизельном топливе не допускается, и их определяют по ГОСТ 6370-59.

Вода

- Воду, которая находится в дизтопливе, можно разделить на два вида – свободную и эмульгированную. Свободная вода попадает туда двумя путями: с топливом во время заправки и в виде конденсата, образующегося при перепаде температур. Считается, что капли размером более 260 мкм сразу опускаются на дно, капли размером 180...260 мкм оседают через достаточно непродолжительный промежуток времени, а капли диаметром 5...180 мкм, собственно, и представляют собой эмульгированную воду, которая может находиться в топливе во взвешенном состоянии очень долго.

Влияние воды

- Присутствие воды в дизельном топливе вызывает перебои и даже остановку двигателя. Происходит это из-за нарушения подачи топлива в связи с выпадением кристаллов льда при низких температурах и закупоркой ими пор топливных фильтров и уменьшения проходимых отверстий в топливопроводах.
- Кроме того, вода увеличивает коррозирующее действие дизельного топлива, особенно сернистого.
- О возможном наличии воды в топливе можно судить по его прозрачности. Если в нем есть вода и хотя бы в ничтожном количестве иные примеси, то оно будет мутным и непригодным для применения.
- Необходимо полностью удалить воду и механические примеси. Для этого дизельное топливо отстаивается в течение 72...96 ч, перед заправкой его необходимо профильтровать.

Степень чистоты дизельных топлив

- Чистоту топлива можно определить путем фильтрации через бумажный фильтр. Чем меньше и светлее пятно на фильтровальной бумаге, тем чище и качественнее дизельное топливо.
- Чистоту топлива оценивают коэффициентом фильтруемости.

Коэффициент фильтруемости.

- Углеводородный состав дизельного топлива оказывает существенное влияние не только на процесс его сгорания, но и на фильтруемость. Наличие в топливе нафтеновых кислот снижает фильтруемость, так как в этом случае забиваются не только фильтры тонкой очистки, но и образуются иногда осадки в фильтрах грубой очистки.
- Особенно ухудшается фильтруемость дизельных топлив, содержащих органические кислоты и смолистые соединения, при наличии воды, которая приводит не только к образованию кристаллов льда зимой, но и студенистых рыхлых осадков.

Определение коэффициента фильтруемости

- Определяют коэффициент фильтруемости на специальном приборе.
- Через фильтр специального прибора пропускают последовательно под постоянным небольшим давлением 10 порций испытуемого топлива объемом по 2 мл каждая.
- Подсчитывается коэффициент фильтруемости путем деления длительности фильтрации последней порции на длительность истечения первой.
- Чем ближе коэффициент фильтруемости к единице, тем выше качество топлива. Согласно ГОСТу коэффициент фильтруемости дизельных топлив не должен превышать 2...3 единиц.

Коррозионные свойства ДИЗЕЛЬНЫХ ТОПЛИВ

Факторы, вызывающие коррозию

Основным фактором, обуславливающим коррозию, является содержание в топливе:

- водорастворимых кислот и щелочей,
- органических кислот,
- воды;
- сернистых соединений.

Водорастворимые кислоты и щелочи. Вода

- Вода увеличивает коррозирующее действие дизельного топлива, особенно сернистого.
- Водорастворимые кислоты и щелочи химически активны и вызывают значительную коррозию.
- По требованию ГОСТ 305-82 в дизельном топливе содержание водорастворимых кислот, щелочей и воды не допускается.

Органические кислоты

- Органические кислоты оказывают слабое коррозионное действие на детали цилиндропоршневой группы и материалы емкостей для хранения и перекачивания топлива.
- Содержание их оценивают по показанию кислотности.
- По стандарту кислотность дизельного топлива должна быть не более 5 мл КОН на 100 см³.

Сернистые соединения

- Особенно сильное влияние на повышение коррозионных износов оказывают содержащиеся в топливе сернистые соединения.
- **В зоне высоких температур**, где конденсация влаги ограничена или отсутствует, преобладает **газовая коррозия** от воздействия сернистых SO_3 или серных SO_2 ангидридов.
- **В области пониженных температур**, где возможны конденсация влаги и образование сернистой и серной кислот, преобладает **кислотная коррозия**.

Активность действия сернистых соединений

- Активность действия сернистых соединений в топливе проверяют испытанием на медной пластинке, согласно ГОСТ 6321-69:
- Хорошо очищенную и отполированную медную пластинку помещают в пробирку с испытуемым топливом и нагревают в течение трех часов в водяной бане при температуре 50°C.
- Затем пластинку промывают.
- Если на ней остались черный, темно-коричневый или серый налеты, то это указывает на наличие в топливе сернистых соединений.
- Наличие активных сернистых соединений в топливе, обуславливающих сильную коррозию деталей цилиндропоршневой группы и емкостей для хранения, не допускается.

Снижение коррозионного воздействия сернистых соединений

- Отрицательное коррозионное воздействие сернистых соединений в еще большей степени проявляется в условиях пониженных температур эксплуатации. Так, например, у двигателей с температурой охлаждающей воды 35°C изнашивание деталей примерно в 4 раза выше в сравнении с двигателем, работающим при температуре охлаждающей воды 70°C . Поэтому для уменьшения коррозионного изнашивания необходимо поддерживать тепловой режим двигателя, соответствующий указанному в заводских инструкциях по эксплуатации.
- Для снижения коррозионного воздействия сернистых соединений топлива на детали двигателя используют антикоррозионные покрытия на верхних компрессионных кольцах и верхней части гильз цилиндров, что значительно снижает их износ.