


Дизельное топливо

Требования,
предъявляемые к
дизельным топливам



Основные требования к дизельным топливам

- Обеспечивать хороший пуск двигателя, т.е. воспламеняться с малой задержкой.
- Иметь оптимальный фракционный состав и вязкость, обеспечивающие хорошую испаряемость, распыление топлива и смазку насоса.
- Давать малое нагарообразование.
- Обеспечивать установленные требованиями низкотемпературные свойства.
- Не вызывать коррозию оборудования, иметь низкую кислотность.

Дизельные топлива

- **По ГОСТ выпускаются ДТ:**
 - для быстроходных дизелей
(с числом оборотов коленчатого вала более 1000 об/мин);
 - для тихоходных дизелей
(с частотой вращения коленчатого вала менее 1000 об/мин).
- **По техническим условиям выпускаются ДТ:**
 - экспортные ДТЛЭ, ДТЗЭ;
 - с депрессорными присадками ДТЗп, ДТАп;
 - экологически чистые и с улучшенными экологическими свойствами (содержание серы 0,01 и 0,005 %) ДТЭК-Л, ДТЭК-З, ДТЛЭЧ, ДТЗЭЧ и др.

Дизельные топлива

- Для быстроходных дизелей используются нефтяные фракции выкипающие в пределах **180-350 °C**
- Для тихоходных дизелей используются более тяжелые нефтяные фракции (**240-350 °C**)

Дизельные топлива для быстроходных дизелей

Дизельные
топлива

Летнее (ДТЛ)

Зимнее (ДТЗ)

Арктическое
(ДТА)

Не выше
минус 10 °С

Не выше
минус 35 °С

Не выше
минус 50 °С

85%

14%

1%

Основные показатели качества

- Воспламеняемость
- Испаряемость
- Вязкость
- Коррозионная активность
- Низкотемпературные свойства
- Экологические свойства

Воспламеняемость

- **Воспламеняемость** характеризует способность ДТ к самовоспламенению в среде разогретого от адиабатического сжатия в цилиндре двигателя воздуха
- Время с момента впрыска жидкого топлива в камеру сгорания до самовоспламенения называется **индукционным периодом топлива** (**период задержки воспламенения**)
- Чем меньше индукционный период, тем плавнее протекает сгорание, тем выше качество ДТ

Воспламеняемость (ЦЧ)

- **Наименьший индукционный период** имеют нормальные парафины
- **Наибольший** – ароматические углеводороды
- **Промежуточное положение** занимают - нафтеновые
- **Разница в индукционном периоде** дала возможность выбрать эталоны для определения качества ДТ
- **Мерой воспламеняемости ДТ принято считать цетановое число (ЦЧ)**
- **Эталоны**
 - цетан (*n*-гексадекан $C_{16}H_{34}$) - воспламеняемость принята за 100 единиц ЦЧ (ЦЧ=100)
 - α -метилнафталин - воспламеняемость принята за 0 (ЦЧ=0).

Цетановое число углеводородов

Углеводороды	Цетановое число
Парафиновые	60-100
Олефиновые	50-90
Нафтеновые	20-40
Ароматические	0-30

Воспламеняемость (ЦЧ)

- **ЦЧ** - показатель воспламеняемости ДТ, численно равный процентному содержанию цетана в смеси с α -метилнафталином, которая по самовоспламеняемости в стандартном двигателе эквивалентна испытываемому топливу.
- **Определение воспламеняемости ДТ** производится на специальной установке со стандартным одноцилиндровым двигателем ИТ9-3 и заключается в сравнении испытываемого топлива с эталонными топливами
- **Методы определения**
 - по критической степени сжатия
 - по периоду запаздывания воспламенения
 - по совпадению вспышек

Воспламеняемость (расчет ЦЧ)

- Расчетные методы определения ЦЧ:

$$ЦЧ = t_a - 15,5$$

где t_a – температура анилиновой точки

$$ЦЧ = 0,85П + 0,1Н - 0,2А$$

где П, Н, А – содержание в топливе парафиновых, нафтеновых и ароматических углеводородов в % мас. Соответственно

$$ЦЧ = 60 - 0,5ОЧ$$

где ОЧ – октановое число топлива

Воспламеняемость

- **Товарные ДТ** должны иметь ЦЧ в определенных оптимальных пределах:
 - **Применение топлив с ЦЧ < 40** приводит к жесткой работе дизеля и ухудшению пусковых свойств топлива.
 - **Повышение ЦЧ > 55** нецелесообразно, т. к. возрастает удельный расход топлива в результате уменьшения полноты сгорания; возрастает дымность выхлопных газов.
- **ЦЧ ДТ** зависит от его фракционного состава и химического состава
- **В ГОСТах ЦЧ ДТ** нормируется в пределах 45–55.

Воспламеняемость (присадки)

- Для повышения ЦЧ товарных ДТ применяют специальные присадки, улучшающие воспламеняемость топлив (изопропил-, амил- или циклогексилнитраты и их смеси).
- Их добавляют к топливу не более 1% масс, преимущественно к зимним и арктическим сортам, а также к низкоцетановым топливам.
- Присадки позволяют:
 - повысить ЦЧ на 10-12 единиц;
 - улучшить пусковые характеристики;
 - уменьшить нагарообразование.

Воспламеняемость

- **Положительное влияние на работу дизеля оказывают:**
 - повышение степени сжатия;
 - увеличение числа оборотов коленчатого вала;
 - применение для изготовления блока цилиндров металла с низкой теплопроводностью, например чугуна;
 - применение топлив с оптимальной воспламеняемостью.
- **Работу дизеля ухудшают** повышение влажности воздуха и низкие температуры окружающего воздуха.

Испаряемость ДТ

- Испаряемость ДТ – оценивается фракционным составом
- Пусковые свойства ДТ оцениваются $t_{50\%}$. Чем ниже эта температура, тем легче запуск дизеля
- *т.к.* ДТ должна составить 180–200°C, т.к. наличие бензиновых фракций ухудшает их воспламеняемость и пусковые свойства, повышает пожароопасность
- Нормируется $t_{96\%}$ в пределах 330–360 °С - характеризует присутствие в топливе высококипящих фракций, которые могут ухудшить смесеобразование и увеличить дымность отработавших газов.

Вязкость ДТ

- Топливо в системе питания дизельного двигателя выполняет одновременно и роль смазочного материала
- Ограничивают нижний и верхний допустимые пределы **кинематической вязкости** при 20 °С (в пределах от 1,5 до 6,0 сСт).
- **При недостаточной вязкости** топлива:
 - повышается износ плунжерных пар насоса высокого давления и игл форсунок;
 - растет утечка топлива между плунжером и гильзой насоса.
- **При повышенной вязкости** топливо:
 - плохо прокачивается по системе питания;
 - недостаточно тонко распыливается;
 - неполностью сгорает.

Низкотемпературные свойства

- **Температура застывания**
 - летнее ($t_{заст}$ менее -10 °С)
 - зимнее ($t_{заст}$ менее $-35-45$ °С)
 - арктическое ($t_{заст}$ менее -50 °С)
- **Температура помутнения**
- **Предельная температура фильтруемости**

Низкотемпературные свойства

- В состав ДТ входят высокомолекулярные *n*-алканы, имеющие высокие температуры плавления
- При понижении температуры эти углеводороды выпадают из топлива в виде кристаллов различной формы, и топливо мутнеет. Возникает опасность забивки топливных фильтров кристаллами парафинов
- **Температура помутнения** характеризует нижний температурный предел возможного применения ДТ
- При дальнейшем охлаждении помутневшего топлива кристаллы парафинов срачиваются между собой, образуют пространственную решетку, и топливо теряет текучесть
- Для ориентировочного определения возможных условий применения топлива используется условная величина — **температура застывания**.

Для улучшения низкотемпературных свойств ДТ применяют

- облегчение фракционного состава;
- карбамидную депарафинизацию;
- цеолитную или каталитическую депарафинизацию;
- **депрессорные присадки** (не снижают температуры помутнения, препятствуют образованию каркаса из парафинов).

Коррозионная активность

- **Коррозионная активность** зависит от содержания в топливе коррозионно-агрессивных кислородных и сероорганических соединений: нафтяных кислот, серы, сероводорода и меркаптанов
- **Она оценивается содержанием:**
 - общей серы (не более 0,2-0,05%);
 - меркаптановой серы (не более 0,01%);
 - сероводорода (отсутствие);
 - водорастворимых кислот и щелочей (отсутствие);
 - кислотностью (не более 5 мг/100 г топлива);
 - испытанием на медной пластинке.
- Для борьбы с коррозионными износами деталей дизеля выпускают малосернистые топлива и добавляют к ним различные присадки (антикоррозионные, защитные, противоизносные и др.).

Экологические свойства

- **Экологические свойства** – оцениваются пожароопасностью ДТ
- **Пожароопасность ДТ** оценивают по **температуре вспышки** в закрытом тигле
- **Для всех марок быстроходных ДТ**
 - $t_{всп}$ не ниже 30-35 °С;
- **Для топлив, предназначенных к применению на кораблях**
 - $t_{всп}$ не ниже 61 °С;
- **В особо опасных условиях** (в подводных лодках)
 - $t_{всп}$ не ниже 90 °С.

Требования к качеству дизельного топлива по EN 590

Показатели	EN590				
	1993	1996	2000	2005	2008
Цетановое число, не менее	45	49	51	51	54-58
Плотность при 15°C, кг/м ³	820-860	820-860	820-845	825-845	825-830
Содержание ПЦА, %, не более	Не нормируется		11	11	2
Массовая доля серы, %, не более	0,5	0,05	0,035	0,005 и 0,001	0,001
Окислительная стабильность, не более	Не нормируется		25	—	—
Смазывающие свойства при 60° С, мкм, не более	Не нормируется		460		
Кинематическая вязкость при 40°C, мм ² /с	2,0-4,5	2,0-4,5	2,0-4,0		
95% перегоняется до, °С	370	370	360	340-360	340-350
Стандарт по ограничению содержания вредных веществ	Евро-1	Евро-2	Евро-3	Евро-4	Евро-5

Показатели нового ГОСТ 305 для ДТ без депрессорных присадок

Показатели	ДТЛ	ДТЗ	ДТА
Цетановое число, не менее	49	45	45
Массовая доля серы,%, не более			
Вид I	0,05	0,05	0,05
Вид II	0,1	0,1	0,1
Вид III	0,2	0,2	0,2
Цвет, ед., не более	2,0	2,0	2,0

Преимущества дизельных двигателей

- На 30-35% меньше расход топлива
- Более устойчивы в работе, допускают большие перегрузки
- Нет детонационного горения топлива
- Менее пожароопасны
- Выхлопные газы менее токсичны
- Возможность использования топлива с различной испаряемостью

Недостатки дизельных двигателей

- Большая удельная масса
- Менее быстроходны
- Трудности при запуске в зимних условиях