

Вместо эпитафии

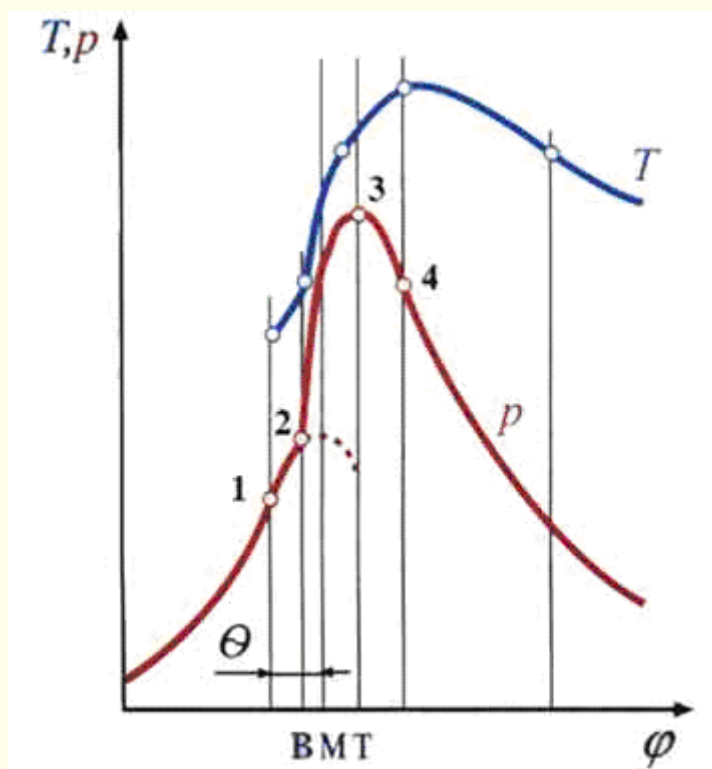
Когда дизельный двигатель выходит из строя задолго до выработки своего ресурса, хозяин недоумевает: и обслуживал вроде бы грамотно, масло, фильтры менял, а поди ж ... Не повезло, наверное. В какой-то степени, да, не повезло. С топливом, например.

Качество топлива и масла, безусловно, сильно влияет на надежность и ресурс любого двигателя. Это аксиома. У дизеля же зависимость эта выражена наиболее жестко: ведь высокие давления определяют и высокие нагрузки. Чтобы противостоять им, детали нужно смазывать качественным маслом, иначе... А если топливо не то? Тут можно ждать чего угодно, в том числе — и резкого возрастания давления в цилиндре. И тогда даже хорошее масло не защитит детали от износов и повреждений. Значит, к топливу для дизеля требования не менее высоки, чем к маслу.

А какое нужно все-таки дизелю топливо, чтобы уберечь его от ускоренных износов и поломок? Ответ на этот вопрос — в понимании закономерностей рабочего процесса дизельного двигателя.

1. Как сгорает топливо в дизеле

Процесс сгорания топлива в цилиндре дизельного двигателя наиболее наглядно характеризуется индикаторной диаграммой, показывающей зависимость давления в цилиндре от угла поворота коленчатого вала. Вид индикаторной диаграммы зависит от многих факторов, определяемых конструкцией двигателя (тип камеры сгорания, давление впрыска), режимом работы (частота вращения, температура, угол опережения впрыска), сортом топлива и его фракционным составом.



Индикаторная диаграмма дизеля показывает не только зависимость давления и температуры от угла поворота коленвала, но и фазы горения топлива;

1,2 - период задержки воспламенения; 2,3 - фаза быстрого горения; 3,4 - фаза медленного горения; 4 и далее - догорание на линии расширения. θ - угол опережения впрыска.

Как видно из диаграммы, процесс сгорания состоит из четырех периодов: задержки самовоспламенения (участок 1-2); быстрого горения (2-3) замедленного горения (3-4) и догорания на линии расширения (4 и далее). С момента начала впрыска (точка 1) все физические и химические процессы в камере сгорания ускоряются, возрастают температура и скорость химических реакций и, в конечном счете, происходит самовоспламенение смеси топлива с кислородом воздуха. После точки 2 начинается интенсивный процесс горения и резко повышается давление в цилиндре.

Период быстрого горения заканчивается уже после прохождения поршнем ВМТ. За это время выделяется основная часть тепловой энергии — 60-70%. Во второй фазе подача топлива продолжается, поэтому весь цикловой заряд топлива сгореть не успевает. После окончания подачи цикловой порции топлива начинается следующий этап — период медленного горения. Его продолжительность невелика — около 5-10° поворота ко-

ленвала. В этой фазе выделяется 20-25% тепловой энергии. Необходимо, чтобы к концу этого периода топливо полностью сгорело. Его догорание на линии расширения при движении поршня от ВМТ крайне нежелательно: оно вызовет повышенную дымность выхлопа (сизый или серо-сизый дым) и резкое возрастание содержания токсичных веществ в выхлопных газах.

2. Что требуется от дизельного топлива

Процессы смесеобразования и сгорания топлива в дизелях происходят за очень короткий промежуток времени (примерно 20-25° поворота коленвала). У современных дизелей ситуация усугубляется тем, что чем более высокооборотен двигатель, тем меньше время протекания процесса. В таких условиях дизельное топливо для обеспечения надежной работы двигателя должно отвечать многим требованиям, важнейшими из которых являются:

- хороший распыл топлива и оптимальное смесеобразование;
- полное сгорание топлива с малой задержкой самовоспламенения и минимальным образованием сажистых и токсичных веществ (оксида азота NOx, оксидов серы SO₂, SO₃, сероводорода H₂S, бенз-а-пирена C₂₀H₁₂) и др.;
- хорошая прокачиваемость топлива для обеспечения надежной и бесперебойной работы топливной аппаратуры;
- низкое нагарообразование в камере сгорания;
- отсутствие коррозии топливопроводов и деталей топливной аппаратуры;
- достаточная стабильность свойств при длительном хранении.

Чтобы удовлетворить этим требованиям, дизельное топливо должно обладать определенными свойствами. Остановимся на них подробнее.

3. Цетановое число и жесткость работы

Протекание процесса сгорания в цилиндре дизеля сильно зависит от химического состава и физических свойств топлива. К примеру, чем меньше период задержки самовоспламенения, тем благоприятнее процесс сгорания, устойчивее и мягче работа дизеля. Уменьшение периода задержки самовоспламенения зависит от быстроты окисления углеводородов во время так называемых предпламенных реакций, предшествующих фазе быстрого горения.

Если предпламенные реакции идут медленно, то период задержки самовоспламенения увеличивается, а его очаги возникают с опозданием.

Топливо поступает в цилиндр, накапливается и затем происходит воспламенение сразу значительного его количества. Резко возрастает давление в цилиндре. Двигатель при этом начинает работать жестко, мощность падает.

Жесткость работы дизеля, вообще говоря, зависит от темпа нарастания давления в цилиндре. Например, при темпе в 3-4 кг/см² на 1° поворота коленвала двигатель работает мягко. При 6-8 кг/см² — жестко, более 10 кг/см² — очень жестко. Чрезмерно жесткая работа означает и чрезмерные нагрузки, опасные для кривошипно-шатунного механизма и поршневой группы.

Способность дизельного топлива к самовоспламенению и возможному возникновению жесткой работы оценивается цетановым числом (Ц.ч.). Это условная величина, определяемая на специальной установке. Эталоном топливом служит смесь цетана и α-метилнафталина, причем Ц.ч. равно 100 для чистого цетана, а нулю оно соответствует, когда в горении участвует только α-метилнафталин. Для реального топлива Ц.ч. равно объемному содержанию цетана в эталонной смеси с равной воспламеняемостью.

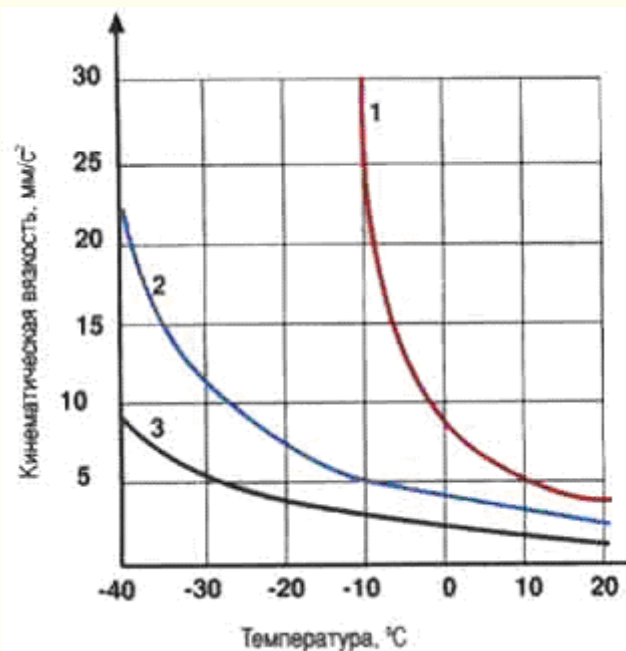
При снижении цетанового числа ухудшаются показатели рабочего цикла дизеля, заметно возрастают жесткость работы и износ деталей. Если значение опускается ниже 40 единиц, запуск двигателя проблематичен даже в теплое время из-за повышения температуры самовоспламенения топлива. Нормальный же пуск и мягкая работа дизеля обеспечиваются на дизельном топливе с цетановым числом не ниже 45 единиц.

4. Вязкость и низкотемпературные свойства дизтоплива

Топливо для высокооборотных дизелей имеет нормируемое значение кинематической вязкости при 20°С — от 1,5 до 6,0 мм²/с (сСт). При снижении вязкости топлива неизбежно уменьшается цикловая подача за счет перетечек и потерь в плунжерной паре. Одновременно появляется гудтекание через распылители форсунок, а это повышает нагарообразование и дымность выхлопа. Кроме того, маловязкое топливо резко увеличивает износ ТНВД, ведь его прецизионные детали тогда хуже смазываются.

Чрезмерная вязкость топлива — тоже не подарок. Она приводит к ухудшению смесеобразования и сгорания — из-за затруднения распыла и дробления капель топлива. Одновременно ухудшается и его прокачиваемость через фильтры. Вязкость дизтоплива, как известно, понижается с нагревом и, наоборот, увеличивается при низких температурах. Чем выше значение вязкости при 20°С, тем сильнее изменения, происходящие с топливом при понижении температуры. Летние сорта топлива уже при минус 3-5°С загустевают и перестают нормально прокачиваться через топливный фильтр. Это обычно соответствует так называемой температуре помутнения, то есть начала кристаллизации парафинов, содержащихся в топливе. При температуре примерно -10°С такое топливо застывает. И тогда попытки запуска двигателя с загустевшей летней соляркой без отогрева автомобиля практически всегда заканчиваются повреждением ТНВД. В такой ситуа-

ции не спасут и никакие средства для облегчения запуска дизелей, ведь подача топлива в двигатель нарушена. Более того, для некоторых моделей дизелей применение подобных средств опасно — известны случаи поломки поршней из-за быстрого воспламенения и сгорания веществ, содержащихся в этих средствах. И только зимнее дизтопливо, у которого меньше вязкость и скорость ее возрастания при снижении температуры, может обеспечить надежную работу двигателя в холодное время года. Добавление же в дизтопливо керосина или бензина не решает проблемы в целом, т.к. при этом другие свойства топлива существенно ухудшаются.



Зависимость вязкости дизельного топлива от температуры. 1 - летнее; 2 - зимнее; 3 - арктическое.

Поэтому наиболее правильно применять так называемые депрессорные присадки, особенно в межсезонный период, когда велика вероятность отсутствия на заправке зимнего топлива. У нас же, к сожалению, нередки случаи, когда, несмотря на уверения работников АЗС, что сорт топлива зимний, в баки все равно попадает летнее или, в лучшем случае, смесь летнего и зимнего топлива. Особенно это характерно для первых нескольких недель после начала холодов. Поэтому будьте осторожны, чтобы не заполучить себе ненужных проблем.

5. Сера, вода и механические примеси

Основную массу топлива получают из сернистых нефтей, т.к. запасы малосернистых весьма ограничены. При переработке нефти основное количество сернистых соединений перегоняется с фракциями, идущими на получение дизельного топлива. Дальнейшее снижение количества серы в топливе производится сложными и дорогими способами, в основном, гидроочисткой, поэтому получение малосернистого топлива затруднено, а часто и не очень выгодно для производителя. В то же время повышенное содержание серы заметно увеличивает износ двигателя и топливной аппаратуры из-за сернистой коррозии, коррозионного износа и быстрого окисления масла. Так, по статистике, при увеличении содержания серы с 0,2 до 0,5% (а 0,5% — это предельный уровень по ГОСТ 305-82), износ двигателя возрастает примерно на 25%.

Для справки: содержание серы в зарубежном дизтопливе обычно составляет 0,05-0,1%, т.е. раз в десять меньше, чем в отечественном.

Современные высокофорсированные дизели в большей мере подвержены сернистой коррозии, чем двигатели старых конструкций. При работе современного дизеля на топливе, содержащем повышенное количество серы, образуется заметно больше твердого и плотного нагара. Поэтому в моторном масле для современных дизелей приходится увеличивать содержание моющих и диспергирующих присадок. А быстрое окисление масла при работе на высокосернистых топливах требует его более частой замены. Из-за чего срок смены масла для России рекомендуется сокращать вдвое по сравнению с европейскими инструкциями (!)

Справедливости ради надо отметить, что и у нас выпускается качественное экспортное топливо по ТУ 38.401-58-110-94 с содержанием серы 0,1%. Вопрос только в том, где им можно заправиться?

Но, пожалуй, самый страшный враг дизеля — это вода. Попадая в топливо, вода способна быстро вывести из строя любой топливный насос. По ГОСТу, естественно, вода в топливе не допускается. Однако она все-таки присутствует практически всегда: как из-за повышенной гигроскопичности дизельного топлива, так и в свободном состоянии из-за нарушения условий транспортировки и хранения.

То же самое касается и механических примесей. Загрязнение топлива происходит на всех этапах транспор-

тировки от завода-изготовителя до потребителя. Поэтому заправка даже дорогим импортным дизтопливом не всегда гарантирует его чистоту. Все зависит от способа доставки и чистоты емкостей. Но, так или иначе, а водичка с грязью будет страшнее серы.

Как с этим бороться? Да в общем-то несложно. Надо почаще мыть топливный бак и сливать отстой из фильтра, если, конечно, это предусмотрено конструкцией. Такой способ — гораздо более эффективная профилактика неисправностей двигателя, чем применение всевозможных присадок, особенно не прошедших никаких испытаний. А таких, к сожалению, в продаже немало.

Но представим, что все проблемы с дизельным топливом тем или иным путем удалось победить. Однако этого будет недостаточно для надежной работы дизеля, если забыть о масле.

Г.Цвелев, "Моторсервис"