

Работаем с темой «Нефтяные топлива» Составляем конспект на данную тему и выделяем самые главные на ваш взгляд важные моменты. Все вопросы прошу присылать на почту serg_7272@rambler.ru Загорский Сергей Михайлович

НЕФТЯНЫЕ ТОПЛИВА

Состав нефтяных топлив

Свойства топлив в определяющей степени зависят от фракционного и группового состава входящих в них углеводородов и от наличия примесей. Фракционный состав топлива (ФС) характеризуется количеством содержащихся в нём отдельных фракций в процентах по объёму. ФС определяют путём перегонки топлива. При перегонке бензина фиксируют температуры: начала и конца кипения, выкипания 10, 50 и 90-процентных фракций, при перегонке дизельного топлива – 50 и 96-процентных фракций. За 48 температуру конца кипения бензина принимают ту максимальную температуру, на которой столбик термометра останавливается, а затем начинает опускаться. За температуру конца кипения дизельного топлива принимают температуру выкипания 96-процентной фракции. По температурам перегонки косвенно судят об эксплуатационных свойствах топлива. Групповой состав топлива определяется группами входящих в него углеводородов. В общем случае в состав топлива входят все углеводороды, присутствующие в нефти (алканы, циклоалканы, ароматические углеводороды), а также непредельные углеводороды, которые отсутствуют в природной нефти и образуются в процессе переработки нефти. Примеси. В топливах наиболее распространены углеводородные примеси, вода и механические примеси. Углеводородные примеси – это в основном гетероорганические соединения, входящие в состав исходного сырья, что более всего характерно для дизельного топлива вследствие их высокой малярной массы и высоких температур кипения. Прежде всего это сернистые соединения, углеводородные кислоты и смолисто-асфальтовые вещества. Вода попадает в топливо при перевозке, хранении, заправке и эксплуатации автомобиля. Кристаллы льда забивают трубопроводы, фильтры, нарушают работу жиклёров. Вода ускоряет коррозию металлических деталей двигателя. Механические примеси ухудшают прокачиваемость топлива по системе топливоподачи, служат основой для образования смолистых

отложений, увеличивают механический износ и коррозию металла. Особенно большой вред механические примеси приносят системам топливоподачи дизелей, вызывая повышенный износ прецизионных деталей. Основным источником механических примесей является атмосферная пыль. Эксплуатационные свойства нефтяных топлив. Под эксплуатационными свойствами понимают объективные особенности топлива, которые проявляются в процессе его применения. В понятие «применение» включены все процессы, происходящие в топливе с момента его производства до сгорания. Процессу сгорания топлива предшествуют процессы его испарения, воспламенения и др. Характер поведения топлива в каждом процессе и составляет суть его эксплуатационных свойств. По рекомендации стандарта рассматривают и оценивают следующие эксплуатационные свойства топлив: 1. Испаряемость характеризует способность топлива переходить из жидкого состояния в парообразное. Это свойство формируется из таких 49 показателей качества, как фракционный состав, давление насыщенных паров, поверхностное натяжение и т.д. Испаряемость определяет техникоэкономические и эксплуатационные характеристики ДВС.

2. **Воспламеняемость** характеризует особенности процесса воспламенения смесей паров топлива с воздухом. Оценка этого свойства базируется на таких показателях качества, как температура вспышки, температура самовоспламенения и др. Показатель воспламеняемости имеет такое же значение, как и горючесть топлива.

3. **Горючесть** определяет эффективность процесса горения топливовоздушной смеси в камерах сгорания.

4. **Прокачиваемость** характеризует поведение топлива при перекачках его по трубопроводам и топливным системам, а также при его фильтровании. Это свойство определяет бесперебойность подачи топлива в двигатель при разных температурах эксплуатации. Прокачиваемость оценивают вязкостно-температурными свойствами, температурами помутнения и застывания, предельной фильтруемостью, содержанием воды, механических примесей и др.

5. **Склонность к образованию отложений** – это способность топлива образовывать отложения различного рода в камерах сгорания, в топливных системах, на выпускных и впускных клапанах. Имеются в виду отложения,

образующиеся как при низких температурах в системах питания и смесеобразования, так и нагар, получающийся при высоких температурах в процессе сгорания топлива. Оценка этих свойств базируется на таких показателях качества топлива, как зольность, коксуемость, содержание смолистых веществ, непредельных углеводородов и т.д.

6. Коррозионная активность и совместимость с неметаллическими материалами характеризует способность топлива вызывать коррозионные поражения металлов, набухание, разрушение или изменение свойств резины, герметиков и других материалов. Это свойство предусматривает количественную оценку содержания в топливе коррозионно-активных веществ, испытание стойкости металлов, резины и герметиков при контакте с топливом.

7. Защитная способность – это способность топлива защищать от коррозии материалы при их контакте с агрессивной средой в присутствии топлива и в первую очередь защищать металлы от электрохимической коррозии при попадании воды.

8. Противоизносные свойства характеризуют уменьшение изнашиваемости трущихся поверхностей в присутствии топлива. Это свойство имеет важное значение для двигателей, у которых топливные насосы и топливорегулирующая аппаратура смазываются только самим топливом без подачи смазочного материала. Свойство оценивается показателями вязкости и самосмазывающей способностью. 50

9. Охлаждающая способность определяет способность топлива поглощать и отводить тепло от нагретых поверхностей. Свойство имеет значение в тех случаях, когда топливо применяют для охлаждения масла (топливомасляные радиаторы) или наружной обшивки летательных аппаратов при больших скоростях полёта. Оценка свойства базируется на таких показателях качества, как теплоёмкость и теплопроводность.

10. Стабильность характеризует сохраняемость показателей качества при хранении и транспортировке. Это свойство оценивает физическую и химическую стабильность топлива и его склонность к биологическому поражению бактериями, грибами и плесенью. Уровень данного свойства позволяет установить гарантийный срок хранения топлива в различных климатических условиях.

11. **Экологические свойства** характеризуют воздействие топлива и продуктов его сгорания на человека и окружающую среду. Оценка этого свойства базируется на показателях токсичности топлива и продуктов его сгорания и пожароопасности. В зависимости от вида топлива и его назначения значимость того или иного эксплуатационного свойства может быть больше или меньше. Испаряемость

Процессу сгорания топлива в двигателе предшествует его испарение и образование смеси паров топлива с кислородом в определённом соотношении. При полном сгорании углеводородов топлива получаются главным образом диоксид углерода и вода:

$$H_2 + 0,5O_2 \rightarrow H_2O$$
$$C + O_2 \rightarrow CO_2$$

Пользуясь этими уравнениями, можно посчитать, что для полного сгорания 1 кг водорода требуется 8 кг кислорода, а для сгорания 1 кг углерода – $8/3$ кг кислорода. Зная элементный состав топлива, можно найти необходимое количество кислорода для полного сгорания 1 кг топлива с учётом кислорода, содержащегося в топливе. В результате известно, что для сгорания 1 кг углеводородного топлива необходимо около 15 кг воздуха. Смесь такого состава называют нормальной, теоретической или стехиометрической. Избыток или недостаток воздуха в смеси характеризуют коэффициентом избытка воздуха, который рассчитывается как отношение действительной массы воздуха в смеси к теоретически необходимой для полного сгорания топлива данного состава. Для нормальной смеси $\alpha = 1$, для богатой смеси α меньше 1, для бедной α больше 1. В современных двигателях испарение топлива и образование паровоздушной смеси может начинаться до начала процесса сгорания при относительно низких температурах и заканчиваться уже в процессе сгорания испарившейся части топлива при высоких температурах.

Некоторые законы испарения. Скорость испарения определяется по уравнению, вытекающему из закона Дальтона: $V = A \sqrt{p_n - p}$, где V – скорость испарения; p – парциальное давление паров над поверхностью жидкости; p_n – давление насыщенных паров жидкости при данной температуре; A – коэффициент пропорциональности. Давление насыщенных паров определяется в приборе, называемом «бомба», который состоит из двух соединённых друг с другом камер. В нижнюю камеру, имеющую объём, в четыре раза меньший, чем у верхней, заливают исследуемое топливо. «Бомбу» помещают в водяную баню, обеспечивающую заданную температуру, и измеряют давление паров прибором. Косвенно давление насыщенных паров можно охарактеризовать по фракционному составу: чем

больше в нём низкокипящих фракций, тем выше давление насыщенных паров. При $p = 0$, т.е. в начальный момент испарения, скорость процесса максимальна и близка к скорости свободного испарения. В этом случае она прямо пропорциональна давлению насыщенных паров жидкости. Испарение топлива прекратится тогда, когда концентрация молекул в паровой фазе достигнет состояния динамического равновесия. При $p = p_n$ скорость испарения становится равной нулю, наступает равновесие между жидкой и паровой фазами. В этом случае из жидкости в единицу времени вылетает столько же молекул, сколько молекул пара ею поглощается. Давление насыщенных паров зависит от температуры и для углеводородов имеет вид показательной функции. Нефтяные топлива представляют собой смесь углеводородов с разным давлением насыщенных паров. Поэтому в процессе испарения состав паров всегда отличается от состава жидкости. Есть определённые законы, гласящие, что в паре содержится больше того компонента, добавление которого в раствор повышает общее давление паров. В итоге в паровой фазе над топливом концентрация низкокипящих углеводородов всегда больше, чем в жидкой фазе. Поэтому давление насыщенных паров смеси углеводородов зависит не только от температуры, но и от соотношения объёмов паровой и жидкой фаз. При большом соотношении этих фаз низкокипящих углеводородов может не хватить для заполнения всей паровой фазы, поэтому увеличение паровой фазы по сравнению с объёмом жидкой фазы ведёт к снижению давления насыщенных паров такой смеси углеводородов. 52 В процессах смесеобразования испаряющееся топливо и газовая среда движутся относительно друг друга, при этом достаточно небольшого движения воздуха, чтобы количество испаряющейся в него жидкости резко возросло. При испарении в неподвижный воздух скорость испарения определяется скоростью диффузии паров в окружающее пространство. При высоких скоростях воздушного потока и турбулентном режиме его течения скорость диффузии уже не имеет решающего значения; в этих условиях скорость испарения зависит от скорости потоков и скорости движения вихрей. Испарение при этом идёт в условиях вынужденной конвекции. Скорость испарения жидкости прямо пропорциональна поверхности испарения. Чтобы ускорить процесс смесеобразования, жидкое топливо распыляют на мельчайшие капли. Поверхность испарения, а следовательно, и скорость испарения резко возрастают. Тонкость распыла зависит как от условий распыла (величина и форма отверстия распылителя, степень турбулизации

топлива), так и от свойств топлива и в первую очередь от величины поверхностного натяжения. Поверхностное натяжение углеводородов зависит от их строения. Наименьшее поверхностное натяжение имеют алканы, наибольшее – ароматические углеводороды. С повышением температуры поверхностное натяжение углеводородов и их смесей уменьшается. На границе двух фаз поверхностное натяжение зависит от свойств обеих фаз. Для углеводородов поверхностное натяжение на границе с воздухом примерно в 2 раза меньше, чем на границе с водой. Испаряемость топлива оказывает значительное влияние на рабочий процесс и эксплуатационные характеристики двигателей. Испаряемость бензина по нижнему пределу ограничена возможностью пуска двигателя при отрицательных температурах, по верхнему – образованием паровых пробок. Совместить оба требования при больших изменениях температуры окружающей среды затруднительно. Поэтому в ассортименте топлив имеются сезонные бензины, предназначенные для эксплуатации в определённых климатических условиях. От испаряемости дизельного топлива зависит обеспечение быстрой подготовки и эффективного сгорания горючей смеси. Для этого оно должно содержать лёгкие, средние и тяжёлые фракции нефти в оптимальных соотношениях. Чем выше быстроходность двигателя, тем меньше времени отводится для подготовки рабочей смеси, тем выше должна быть испаряемость и топливо должно содержать большее количество лёгких фракций. Топливо более тяжёлого фракционного состава требует для сгорания большего количества воздуха. Тяжёлые топлива с плохой испаряемостью снижают полноту сгорания, вызывают ухудшение топливной экономичности дизеля, повышение дымности, увеличение образования отложений в камере сгорания, повышенный износ цилиндропоршневой группы, разжижение моторного масла и образование низкотемпературных отложений. С другой стороны, значительное облегчение фракционного состава при прочих равных условиях ухудшает пусковые свойства топлив, особенно при низких температурах, т.к. при увеличении количества паров на их прогрев затрачивается большое количество теплоты. Воспламеняемость и горючесть. Процессы воспламеняемости и сгорания обуславливают полноту использования химической энергии топлива. Сгорание топлива – это комплекс физико-химических превращений смеси горючего и окислителя, главная роль в котором принадлежит реакции окисления. Сгорание развивается в условиях резко изменяющихся температур и концентраций взаимодействующих

веществ. Температура при горении углеводородно-воздушной смеси изменяется в довольно широких пределах и достигает 2000 °С. В процессе горения одновременно могут протекать разные стадии реакций предпламенного окисления и горения, детальное изучение которых затруднено. Например, испарение жидкого топлива, смешение его паров с воздухом, при этом необходимая для испарения теплота приводится из зоны горения. Законченной теории горения пока не создано. Химизм сгорания углеводородов и их смесей изучен недостаточно. Однако накоплен огромный экспериментальный материал, который наряду с имеющимися теориями позволяет во многих случаях управлять процессом горения, вести инженерные расчёты тепловых двигателей и разрабатывать мероприятия по повышению эффективности использования топлив. При изучении сгорания топлива разграничивают два процесса: процесс воспламенения (инициирования горения) и процесс распространения пламени. Для воспламенения горючей смеси необходимо подвести определённое количество энергии, достаточное для того, чтобы в некотором объёме смеси обеспечить такие начальные скорости химических реакций, при которых тепловыделение начинает превышать скорость отвода тепла от реагирующей смеси в стенки или в окружающую более холодную смесь. Воспламенение возможно самопроизвольное (самовоспламенение) или принудительное зажигание. В поршневых двигателях используют оба способа. Самовоспламенение осуществляется при таких условиях, когда в отдельных местах камеры сгорания в горючей смеси начинают развиваться прогрессивно самоускоряющиеся реакции окисления углеводородов, завершающиеся возникновением пламени. Необходимая для таких реакций энергия подводится за счёт сильного сжатия воздуха, в который впрыскивается топливо. Зажигание – это местное нагревание горючей смеси до высокой температуры. Искровой разряд в системе зажигания двигателя позволяет практически мгновенно нагреть газ в искровом канале до температуры выше 10 000 °С. При такой температуре воспламенение некоторого объёма смеси происходит практически мгновенно. Однако для поддержания горения (распространения фронта пламени) количество энергии должно быть достаточным. В отличие от воспламенения процесс распространения пламени идёт спонтанно, без внешнего воздействия на горючую смесь. Очередные слои или объёмы горючей смеси воспламеняются за счёт энергии, выделяющейся при сгорании предшествующих порций той же смеси. Процессы распространения пламени

различают по способам передачи энергии от горящих слоёв в свежую смесь: диффузионно-цепное и тепловое распространение пламени. Скорость распространения пламени зависит от давления, температуры, коэффициента избытка воздуха. Поэтому все меры, направленные на повышение давления и температуры в камере сгорания, приводят к увеличению распространения фронта пламени, к увеличению скорости сгорания. Нормальная скорость 20...40 м/с. Максимальное значение скорости происходит при $\alpha = 0,9$. При обогащении или обеднении смеси скорость распространения фронта пламени уменьшается. Это происходит из-за нехватки кислорода при обогащении или за счёт расхода большого количества тепла на нагревание избытка воздуха при обеднении. Процесс сгорания смеси паров топлива и воздуха с остаточными газами в двигателях с принудительным зажиганием можно разделить на три фазы (рис. 16). Детонационное сгорание топливовоздушной смеси может происходить по многим причинам, но наиболее важные – это конструктивные особенности двигателя, качество применяемого топлива, а также регулировка системы зажигания и манера вождения. Нас интересует прежде всего химический состав топлива. Углеводороды в составе топлива обладают различной детонационной стойкостью (ДС). Наименьшая ДС у n-алканов (парафины). С увеличением числа углеродных атомов в их цепи ДС ухудшается. У изомеров алканов ДС выше, но и у них с увеличением числа атомов углерода в цепи она уменьшается. Увеличение разветвлённости молекулы, симметричное расположение метильных групп и приближение их к центру молекулы способствуют повышению ДС изоалканов. 55

Рис. 16. Фазы горения топливовоздушной смеси

Олефины (алкены, одна двойная связь) имеют более высокие антидетонационные свойства, чем n-алканы с тем же числом атомов углерода. Влияние строения олефинов на их ДС подчиняется тем же законам, что и у алканов: с уменьшением длины цепи, увеличением степени разветвлённости и повышением компактности молекул ДС повышается. Лучшие детонационные свойства имеют те олефины, у которых двойная связь располагается ближе к центру углеродной цепи. Среди диеновых (две двойные связи) более высокую ДС имеют углеводороды с сопряжённым расположением двойной цепи. ДС нафтеновых углеводородов (циклоалканы, циклопарафины) выше, чем у n-алканов, но ниже, чем у ароматических углеводородов с тем же числом атомов углерода в молекуле. С уменьшением длины боковой цепи, увеличением степени её разветвлённости и компактности антидетонационные свойства нафтенов

улучшаются. Однако это менее заметно по сравнению с парафинами и олефинами. Ароматические углеводороды обладают высокой ДС, и в отличие от других углеводородов их ДС с увеличением числа углеродных атомов в молекуле не снижается. Уменьшение длины боковой цепи и повышение её разветвлённости улучшает ДС ароматических углеводородов. То же самое происходит при появлении в боковых цепях двойных связей и симметричном расположении алкильных групп. Линия сжатия Искра зажигания Линия горения Небольшой очаг горения в зоне высокой t ОС Быстрое распространение пламени при практически постоянном объёме

5	4	3	2	1	0
Давление, МПа	80	40	ВМТ	40	80
Догорание смеси	56	Октановое число	(ОЧ).	Мерой ДС бензинов является	ОЧ.

Определение ОК проводится сравнением ДС эталонного топлива и испытуемого бензинов. В качестве эталонного топлива используют смесь двух углеводородов: ароматического углеводорода (изооктан), ДС которого принята за 100 единиц, и парафина (нормальный гептан), ДС которого принята за 0 единиц. ОК определяется как объёмная доля в процентах изооктана в смеси с нормальным гептаном, равноценной по своей ДС испытуемому бензину при нормативных условиях испытания. Определяют ОЧ на установке УИТ-65 двумя методами, отличающимися режимом работы этого специального одноцилиндрового двигателя с изменяемой степенью сжатия. Моторный метод – форсированный режим работы с большой и длительной нагрузкой (междугородное движение). Исследовательский метод – меньшие нагрузки, характерные для городского цикла. ОЧ, найденное исследовательским методом, несколько выше, чем ОЧ, определённое моторным методом. Разница в ОЧ бензина называется чувствительностью. Чувствительность зависит от химического состава бензина: наибольшая у олефинов (алкенов, одна двойная связь), несколько меньше у ароматических углеводородов, затем идут нафтены (циклоалканы) и самая низкая у парафинов (алканы). Пути повышения ДС. По ДС определяют необходимое соотношение компонентов в товарных бензинах. Высокая ДС достигается тремя основными способами: – использование в качестве базы наиболее высокооктановых вторичных продуктов переработки нефти или увеличение их доли в товарных бензинах; – использование высокооктановых компонентов в товарных бензинах; – применение антидетонационных присадок. Используются все три. Товарные бензины готовят смешением компонентов, полученных прямой перегонкой, крекингом, риформингом, коксованием, алкилированием, полимеризацией, изомеризацией и другими

способами переработки нефти и нефтяных фракций. 1. Бензины прямой перегонки имеют большое количество алканов с низким ОК и используют их в небольшом объёме для получения А-72 и А-76. Компоненты, полученные термическим методом (большое количество алкенов [олефинов], ДС у которых выше, чем у н-алканов), добавляют только в автомобильные бензины. Бензины, полученные каталитическим крекингом, имеют более высокую ДС, чем бензины термического крекинга. Это обусловлено повышенным содержанием в них изоалканов и ароматических углеводородов. Их используют как базовые для приготовления товарных высокооктановых бензинов. В процессе каталитического риформинга получают бензины с высокой ДС за счёт ароматизации и частичной изомеризации углеводородов. В них 57 до 70 % содержатся ароматические углеводороды. Их также используют в качестве базовых для получения высокооктановых бензинов. Причём не только дистиллят, но и отдельные фракции, оставшиеся после извлечения индивидуальных ароматических углеводородов. 2. Для улучшения тех или иных характеристик базовых бензинов применяют высокооктановые компоненты. Некоторые из них получают алкилированием, изомеризацией, полимеризацией, и их стоимость выше стоимости базовых бензинов. Добавляют их в небольших объёмах. Наиболее распространённым компонентом является смесь низкокипящих углеводородов с различными пределами выкипания. Широкую фракцию низкокипящих углеводородов называют газовым бензином. Более узкие фракции с преобладанием того или иного углеводорода называют по преобладающему углеводороду. В смеси ОЧ компоненты отличаются от ОЧ их в чистом виде. Каждый компонент имеет свою смесительную характеристику или ОЧ смешения, которое зависит от массы введённого компонента, состава базового бензина, присутствия других компонентов. 3. Наиболее эффективным и экономически выгодным способом повышения детонационной стойкости бензинов является введение антидетонаторов. Эти вещества обладают способностью при добавлении в бензин в небольшой концентрации резко повышать его детонационную стойкость. Сюда относятся алкилсвинцовые антидетонаторы (в первую очередь тетраэтилсвинец $Pb(C_2H_5)_4$, а затем тетраметилсвинец $Pb(CH_3)_4$ и кислородосодержащие соединения (спирты, эфиры и их смеси, в первую очередь метил-трет-бутиловый эфир). Алкилсвинцовые антидетонаторы – бесцветные, прозрачные, сильно токсичные жидкости, тяжелее воды. В них добавляют «выносители» и красители. При высоких температурах в камере

сгорания алкилсвинцовые антидетонаторы разлагаются с образованием свинца и радикалов. Свинец окисляется до диоксида свинца PbO_2 , который разрушает активные соединения, предотвращая тем самым детонацию. Оксид свинца имеет высокую температуру плавления и способен отлагаться на относительно холодных деталях двигателя в виде твёрдого нагара. Для предотвращения этого вводят «выносители», в качестве которых используют органические соединения брома и хлора. «Выносители» создают более летучие соединения свинца с низкой температурой плавления. Смесь «выносителя» и антидетонатора называют этиловой жидкостью. Калильное зажигание (КЗ). Рабочая смесь в конце такта сжатия готова к воспламенению, поэтому создаются условия для самопроизвольного, неуправляемого воспламенения независимо от времени подачи искры зажигания. Источником воспламенения могут служить перегретые клапана, свечи, кромки прокладок, тлеющие частички нагара и т.д. КЗ нарушает нормальное протекание процесса сгорания, снижает мощность, ухудшает топливную экономичность. КЗ принципиально отличается от ДС, хотя в условиях работы ДВС тесно переплетаются. Сгорание смеси после КЗ протекает с нормальными скоростями и может не сопровождаться детонацией. Пути борьбы с ним – улучшение конструкций камеры сгорания и введение присадок, изменяющих свойства образующегося нагара. Наиболее распространены фосфорные присадки, например трикрезилфосфат. В дизельном двигателе воспламенение и сгорание топлива происходят иначе, чем в бензиновом. Для дизельного топлива одной из важнейших характеристик является время задержки воспламенения, оцениваемое цетановым числом (ЦЧ). Определяют ЦЧ на установке ИТ9-3 или на той же УИТ-65. Численно ЦЧ равно объёмному проценту углеводорода класса парафинов (цетана) в эталонной смеси, которая в нормативных условиях испытаний равноценна по воспламеняемости испытываемому топливу. Самовоспламенение цетана оценивают в 100 единиц. Вторым составляющим в эталонной смеси является α -метилнафталин, относящийся к классу ароматических углеводородов, самовоспламеняемость которого оценивают в 0 единиц. Применение топлив с ЦЧ менее 40 обычно приводит к жёсткой работе ДВС, а более 50 – к повышению удельного расхода топлива вследствие уменьшения полноты сгорания. ЦЧ зависит от содержания и строения углеводородов, входящих в его состав. Воспламеняемость углеводородов различных классов существенно различна. Парафины (алканы) и олефины (алкены, одна двойная связь) термически менее

устойчивы, имеют высокие ЦЧ, особенно n-алканы. Углеводороды с одной или несколькими боковыми цепями обладают меньшим ЦЧ. Для окисления ароматических углеводородов необходимы более высокая температура и большой промежуток времени, поэтому их ЦЧ невелики. Увеличение числа углеродных атомов в молекуле ведёт к увеличению ЦЧ. ЦЧ высококипящих фракций дизельного топлива, как правило, выше ЦЧ низкокипящих фракций. Углеводороды, имеющие высокие ЦЧ, обладают низкой детонационной стойкостью. Отсюда была выведена эмпирическая зависимость ЦЧ топлива от его ОЧ: $ЦЧ = 60 - ОЧ/2$. Чем выше ЦЧ топлива, тем ниже его ОЧ и наоборот. Поэтому добавление в дизельное топливо бензиновых фракций снижает его ЦЧ. 59 Для повышения ЦЧ в дизельное топливо добавляют специальные присадки. Наиболее эффективными являются некоторые пероксидные соединения и алкилнитраты. Пероксидные соединения при хранении подвергаются дальнейшему окислению, и их эффективность падает, поэтому широкого применения не получили. В качестве присадки чаще используют в небольших концентрациях изопилнитрат. ЦЧ характеризует пусковые свойства дизельного топлива: с увеличением ЦЧ пуск двигателя облегчается. Однако это справедливо для топлив, незначительно различающихся по фракционному составу. Тяжёлое топливо с высоким ЦЧ оказывается хуже по пусковым свойствам, чем лёгкое топливо с низким ЦЧ.