

Бензин с позиции водителя

О.Н.Новиков

Нефтепереработчики тоже водители и им также важно понимать вопросы качества и с ответной стороны. В частности, чем руководствуется потребитель при принятии решения о покупке бензина? Опыт показывает, что почему-то на одном **бензине** автомобиль "бежит", а на другом - попросту отказывается двигаться, хотя заявленное октановое число у одного и другого одинаковое. Но что такое **бензин**, и от чего зависит его качество? Для большинства из водителей это некая жидкая, постоянно дорожающая субстанция, необходимая для двигателя. Проблема качества топлива очень многоплановая. С одной стороны, качество **бензина** строго регламентировано действующими нормативами, в частности ГОСТами. Вроде бы, топливо, не соответствующее этим нормативам, не должно допускаться на рынок. И на любой заправке вам с удовольствием покажут сертификаты на продаваемое **топливо**, подтверждающие его соответствие ГОСТ. Но двигателю-то все равно страдает. В чем тут дело? Попробуем разобраться, от каких параметров качества **бензина** в максимальной степени зависит работа двигателя. Их несколько, все они взаимосвязаны и в значительной степени определяются составом и технологией получения топлива. К сожалению, из этих параметров только некоторые регламентированы ГОСТом. Внимательный анализ предписанных параметров качества, например, по ГОСТ Р 51105-97, действующему на территории России, показывает, что эти документы писали не в интересах конечного потребителя-автомобилиста, а для упрощения жизни фирм-производителей топлива. Поэтому топливо, формально полностью соответствующее нормативам, ведет себя в двигателе совершенно по-разному. Сначала рассмотрим октановое число топлива - всем известные цифры А76, А92, А95. Рядовой автолюбитель знает только, что если залить бензин с низким октановым числом, горючая смесь в двигателе будет детонировать. Особо продвинутые «специалисты» скажут: «Пальцы стучат!». Октановое число бензина - основной показатель, характеризующий его детонационную стойкость. Высокая детонационная стойкость бензина достигается использованием в качестве его компонентов высокооктановых вторичных продуктов переработки нефти и (или) антидетонаторов (в таком качестве могут выступать изопентан, неогексан, изооктан, бензол, толуол, изопропилбензол, ацетон, этанол, метанол, метилтретбутиловый эфир, вторбутиловый спирт и другие).

Что такое детонация?

Детонация - это процесс самопроизвольного воспламенения топлива под воздействием волны давления, распространяющейся от фронта пламени в цилиндре двигателя. Не будем утомлять читателя описанием физики и химии процесса сгорания. Все это сложно и к тому же не имеет однозначного толкования в современной теории двигателя внутреннего сгорания. Для нас важно, что горение топлива - это цепная реакция распада молекул углеводородного топлива с образованием активных центров - радикалов со свободными химическими связями, их окисление с образованием промежуточных и конечных продуктов сгорания и выделением теплоты, которая и используется двигателем.

В нормальном режиме процесс сгорания активизируется разрядом на свече зажигания, формирующим начальный очаг пламени. От него начинает распространяться фронт пламени, постепенно заполняющий весь объем камеры сгорания. Активизация горения во фронте пламени происходит от контакта сравнительно холодного свежего заряда с горячими продуктами сгорания. Скорость движения фронта сгорания сравнительно невысока от 30 до 70 м/с. Повторяемость этого процесса от цикла к циклу определяют стабильность работы двигателя. Но при детонации скорость сгорания резко возрастает. В литературе есть упоминания о скоростях распространения детонационных волн в 2500 -3000 м/с, а иногда и выше. Сгорание происходит на гиперзвуковых скоростях! Процесс сгорания становится неуправляемым и переходит во взрыв. Отсюда и стуки, и потеря мощности, и перегревы двигателя. Чем ниже **октановое число**, тем больше топливо склонно к самовоспламенению. Следовательно, и порог детонации приближается. Но при увеличении октанового числа мы встречаемся с другой проблемой - торможением нормальной скорости сгорания топлива. Чем стабильнее молекулы углеводородных соединений бензина, тем неохотнее они образуют активные центры, разгоняющие фронт пламени. Поэтому зачастую низкооктановое топливо при прочих равных обстоятельствах (например, степени сжатия) обеспечивает большую мощность двигателя. Как же получают заданное октановое число топлива? Методов достаточно много. При существующих технологиях базовый бензин чаще всего существенно не дотягивает до требуемого октанового числа, особенно когда идет речь о высокооктановом топливе. Наиболее совершенные технологии получения бензина - каталитический крекинг и каталитический риформинг - дают в максимуме 90-92 единицы октанового числа. Но этот бензин дорогой, поскольку требует дорогостоящего оборудования, доступного только крупным НПЗ. Кроме того для его производства применяют дорогостоящий водород и катализаторы, содержащие драгоценные металлы.

Пока более дешевый, стало быть, и более привлекательный для бензиновых фирм так называемый **прямогонный бензин**. При малой цене этот бензин отличается низкой детонационной стойкостью, к тому же сильно зависит от состава исходного сырья. Октановое число подобного топлива меняется от 45 до 70. Получение из нефти высокооктанового бензина (с октановым числом 92, 95 и 98) дорого. Поэтому широкое распространение получил метод получения товарного высокооктанового бензина из сортов с более низким октановым числом путем добавления антидетонационных присадок (<0,5%) и добавок (>0,5%). Например, из АИ-92 можно получить АИ-95, а из бензина А-76 - соответственно АИ-92. Доводка, легирование или компаундирование базового топлива происходит путем добавления различного рода высокооктановых компонент или октаноповышающих присадок. Такие бензины называются компаундированными. Несмотря на разнообразие

названий и торговых марок высокооктановых присадок и компонент, все их можно разделить на несколько групп, дифференцированных по механизму повышения октанового числа:

А. Металлосодержащие и металлоорганические высокооктановые присадки - антидетонаторы.

До недавнего времени самой распространенной октаноповышающей присадкой являлся тетраэтилсвинец (ТЭС), с помощью которого производился этилированный бензин. На примере этой присадки можно проиллюстрировать общий принцип работы металлосодержащих препаратов. Как уже говорилось ранее, сам механизм сгорания топлива, в том числе и детонационного, определяется концентрацией так называемых активных центров. При регулярном сгорании образование активных центров происходит непосредственно во фронте пламени, распространяющемся по объему камеры сгорания от свечи на периферию цилиндра. В случае возникновения детонации активные центры появляются во всем объеме цилиндра под действием волны давления, инициированной этой аномалией сгорания. Свинец, входящий в состав антидетонатора, «перехватывает» часть этих активных центров, уменьшая тем самым вероятность развития цепной реакции детонационного сгорания. При этом в качестве продукта реакции образуются оксиды свинца. Их надо удалять из двигателя. С этой работой справляются специальные выносители свинцовистых соединений, в качестве которых используют этиловые жидкости (углеводородные соединения с галогенами - хлором или бромом), являющиеся компонентой этой присадки. Однако наличие свинца в отработавших газах резко повышает экологическую опасность двигателя, поэтому применение ТЭС запрещено в странах ЕС и резко ограничено в России. Но не только экологическая опасность этилированного бензина ограничивает его использование. Оксиды металлов, образующиеся при использовании металлосодержащих присадок, осаждаются на элементах выпускного тракта, быстро выводят из строя датчик остаточного кислорода. Галоидные соединения отравляют катализатор. Сами этиловые жидкости вызывают коррозию элементов топливной аппаратуры, поэтому использование этилированного бензина резко противопоказано инжекторным двигателям. Тут идут даже на разные конструктивные ухищрения, типа уменьшения диаметра заливной горловины бензобака инжекторной машины и требования использования на АЗС для этилированного бензина топливораздаточных пистолетов с диаметром не менее 22 мм, чтобы не было даже технической возможности заправиться не тем бензином. В настоящее время широкое распространение получила группа присадок на основе ферроцена - «Ферро-3», МАФ, «Октан-Максимум» и марганцевых соединений (циклопентадиенилтрикарбонилмарганец - ЦТМ, метил-ЦМТ) - «Хайтек-3000». Эти присадки обладают высокой эффективностью повышения октанового числа, отличаются низкими концентрациями (менее 1 % по массовому составу) и сравнительно невысокой стоимостью, однако имеют проблемы с зольностью и выносимостью из двигателя. Так, длительная эксплуатация бензина с добавками ферроцена способствует формированию токопроводящих отложений, приводящих к быстрому выходу из строя свечей зажигания, а также нарушению герметичности и перегреву клапанов, залеганию поршневых колец и т.д. Наверное, многим приходилось видеть свечи с красными, как будто ржавыми электродами. Это и есть отложения ферроцена. Для марганцевых антидетонаторов проблема выносимости решается. Выносителя для ферроцена или других железосодержащих присадок нет. Проблему частично пытаются решить за счет законодательного ограничения предельного содержания железосодержащих и марганцевых присадок. Еще одним отрицательным аспектом влияния металлосодержащих присадок является некоторое снижение скорости сгорания в цилиндре двигателя. Это влечет потерю мощности двигателя, рост расхода топлива и дополнительное увеличение токсичности отработавших газов. В настоящее время известны разработки антидетонаторов на основе никеля и хрома. Но и тут проблемы те же - выносимость присадки. Но, поскольку себестоимость бензинов, изготовленных с помощью химизации посредством добавления металлосодержащих присадок, самая низкая, то полностью отказаться от их использования вряд ли удастся.

Б. Добавки, содержащие анилиновые и бензольные компоненты. Анилин - один из самых распространенных ароматических углеводородов. В чистом виде он имеет ОЧИ 320, поэтому добавка 1 % анилина способна повысить октановое число более чем на 3 единицы. Однако использование анилина в чистом виде нецелесообразно из-за его невысокой стабильности и потемнения бензинов при длительном хранении. Кроме того, высокое содержание ароматических соединений в бензине повышает нагарообразование в камере сгорания и токсичность отработавших газов по содержанию наиболее опасных для организма человека отравляющих веществ - канцерогенов. Несмотря на это, на отечественном рынке широко используются добавки на базе модифицированных соединений анилина - монометиланилина (ММНА-Экстралин). Кроме того, к этой группе принадлежат препараты Е-3000 (Франция), БВД, ВАКЭ, ДАКС. Октановое число ММНА составляет 280 единиц. В целом, данная группа добавок весьма эффективна и недорога (порядка 32-40 тыс. рублей за тонну), однако ее использование в прямом виде ведет к определенному торможению процессов сгорания в двигателе, снижению экономичности и росту токсичности ОГ. На рынке западных стран использование подобного рода препаратов также ограничено. Следует учесть, что маслом кашу не испортишь, а присадки в отличие от каши добавляют в строго дозированном виде, если добавить больше, то параметры бензина не улучшаются, а ухудшаются.

В. Спирто- и эфиросодержащие высокооктановые компоненты.

Наиболее известные препараты этой группы - метилтретбутиловый (МТБЭ) и этилтретбутиловый эфиры (ЭТБЭ). Широко используются в качестве высокооктановых компонент изобутиловый и другие многоатомные спирты, а также метанол и этанол. Октановое число МТБЭ составляет 135-140, поэтому для получения высокооктанового бензина процент ввода этой компоненты должен быть достаточно большим (до 10-15 %). Несмотря на это, способ химизации топлива использованием МТБЭ является самым распространенным при получении бензинов марок А-95 и А-98.

Наличие МТБЭ в бензине выдает запах топлива. При высоком содержании этой компоненты топливо по запаху больше напоминает эфир, чем бензин.

Дополнительное положительное качество МТБЭ и других компонент этой группы состоит в том, что они содержат в своем составе большое количество связанного кислорода. То есть, используя бензин, содержащий МТБЭ, мы заранее готовим топливоздушную смесь, обогащенную окислителем, частично имеющую свойства монотоплива. Это способствует существенному повышению полноты сгорания и снижению токсичности отработавших газов. Именно использование кислородсодержащих компонент является ныне основной линией

создания экологического топлива, пропагандируемого фирмами, работающими в высшей ценовой группе на него.

Однако топливо, содержащее добавки рассматриваемой группы, имеют три существенных недостатка. Во-первых, спирты и эфиры имеют значительно более низкую теплотворную способность, чем базовый бензин. Это означает, что общая теплотворность компаундированного бензина, содержащего МТБЭ, снижается. Следствие - потеря мощности и увеличение удельного расхода топлива. Это обстоятельство заставило законодательно ограничить предельную добавку МТБЭ уровнем 15 % по объему топлива. Во-вторых, спирты и эфиры имеют высокую летучесть, что предопределяет значительную временную и температурную нестабильность топлива, содержащего МТБЭ. Поэтому подобное топливо редко встречается на АЗС с малым оборотом топлива. В-третьих, спирты и эфиры достаточно агрессивно ведут себя по отношению к резинам, что снижает надежность работы системы топливоподачи бензиновых двигателей.

Так, при последних испытаниях бензинов, мы имели неосторожность недолгое время хранить бензин А-98 одной из наших фирм в стальной канистре, окрашенной в зеленый цвет. Через три дня мы с удивлением обнаружили, что и бензин начал зеленеть. А еще через четыре дня вся краска, которой была окрашена внутренняя поверхность канистры, плавала в виде пленок в самом бензине. Кроме того МТБЭ способствует накоплению пероксидов в бензине и поэтому такой бензин имеет ограниченный срок хранения, то есть становится скороропортящимся. Таким образом, каждый из методов получения высокооктанового бензина имеет свои недостатки. Частично их пытаются компенсировать, создавая присадки комбинированного действия, например, уменьшая концентрацию препаратов бензольных групп, компенсируют снижение их эффективности вводом определенного количества ферроцена. Но это уже искусство, так как многие присадки не терпят друг-друга. Непредсказуемо ведут себя они и при хранении.

Сам бензин со временем способен осмолиться, кроме того в его составе могут накапливаться перекисные соединения. Последние способны вызывать детонацию при повышенных нагрузках на дороге. Особенно много накапливают перекиси прямогонные бензины. Несколько менее активно порятся бензины после реформинга. За месяц содержание перекисей уже достаточно велико. Так что есть встречается и "просроченный" бензин. Его еще называют "старым", иногда его омолаживают. Перекиси конечно уходят, но смолы остаются. Смолы очень вредны для двигателя.

Если октановое число - параметр достаточно понятный и известный всем автомобилистам, то зависимость поведения двигателя от источника происхождения и технологии получения бензина зачастую не очень понятна и специалистам. То, с какого завода получен бензин и из какого исходного сырья он изготовлен, очень серьезно отражается на его восприятии двигателем. Дело в том, что бензин - сложная комбинация углеводородов ароматической, парафиновой, нафтеновой и других групп. Даже свойства многих из них не изучены. Процентное содержание в бензине углеводородов каждого из этих видов определяет его групповой состав. В свою очередь, групповой состав определяет теплотворную способность бензина - важнейший параметр, непосредственно влияющий на мощность двигателя. Именно от него зависит, сколько выделится теплоты от сгорания одного килограмма топлива. Наибольшей теплотворной способностью обладает топливо с преобладанием углеводородов парафиновой группы. Наименьшей - с преобладанием ароматических углеводородов. Групповой состав топлива, в основном, зависит от типа сырья, из которого производится бензин, а также от технологии его изготовления.

Конечно же, определить непосредственно на месте, какой бензин продается, практически невозможно. Но есть один параметр, прямо зависящий от группового состава бензина, который проверить можно и без сложного лабораторного оборудования. Это плотность бензина, то есть масса фиксированного объема топлива. Чем больше в топливе тяжелых фракций, тем больше его плотность. Наоборот, чем больше летучих легких - тем плотность ниже. Кроме того, на плотность топлива влияет процент содержания высокооктановых компонент - спиртов и эфиров. По нашим оценкам, на рынке топлива России преобладает топливо с разбросом плотности от 725 до 770 г/л.

Поскольку дозирующие устройства карбюратора настроены на объемные расходы, то использование более тяжелого топлива обеспечивает некоторое увеличение цикловой подачи бензина. Следовательно, увеличивается теплотворность смеси - мощность растет. Но для мощности двигателя важно не только количество топлива, но и оптимальность соотношения «топливо-воздух». Из теории карбюраторного двигателя известно, что наилучшие параметры мощности достигаются в зоне регулировок состава смеси, обеспечивающего максимальную скорость сгорания, то есть при значениях коэффициента избытка воздуха 0,92-0,95. Использование же тяжелого топлива уводит состав смеси за оптимальный диапазон, поэтому и прирост мощности не столь выражен.

Легкое топливо, наоборот, при том же объемном расходе дает более бедную топливовоздушную смесь, следовательно, мы уходим в область оптимальных условий сгорания. Поэтому общее уменьшение массовой цикловой подачи топлива не дает существенного снижения мощности двигателя, а удельный расход топлива резко снижается. Обеднение смеси при работе на легких бензинах существенно влияет и на токсичность отработавших газов, которая во многом определяется составом топливовоздушной смеси. Особенно выражен эффект снижения уровня содержания остаточных углеводородов. Здесь, помимо изменения состава смеси, влияет и улучшение испаряемости топлива - ведь легче перевести в газообразное состояние топливо, содержащее больше легких летучих компонент. Если нужна мощность двигателя, ищите тяжелый бензин; если же больше беспокоят затраты на эксплуатацию, что наиболее актуально в нынешней ситуации с взбесившимися ценами на топливо, предпочтителен легкий бензин. Ареометр можно легко применять на заправке и он не требует затрат времени и сил. Бензин бывает зимний и летний. Соответственно зимний бензин имеет низкую плотность, а летний - высокую. Наличие в баке легкого бензина зимой - гарантия того, что двигатель заведется с «полоборота». Тяжелый бензин летом - отсутствие паровых пробок и перебоев в работе двигателя. Всем известно, что на нашем рынке существует топливо двух ценовых групп. Наряду с отечественными работают представительства различных известных зарубежных фирм - Neste, Shell и др. Топливо у них существенно дороже. Главное отличие - наличие серьезного входного контроля качества поступающего топлива, а также

присутствие в топливе специальных моющих присадок, предназначенных для торможения темпа загрязнения топливной системы и камеры сгорания двигателя. К сожалению, без этого большинство инжекторных систем иномарок работать отказываются. Непосредственный эффект по увеличению мощности и снижению расхода топлива при использовании подобного бензина обычно является вторичным и достигается только при длительном постоянном использовании фирменных бензинов и то по сравнению с обычным топливом.

Принцип простой - исследовалось изменение массы отложений на свечах при работе двигателя на разных бензинах. Итог весьма показателен - уровень отложений при использовании бензина с моющими присадками в два-три раза меньше, чем при испытаниях на контрольном варианте топлива. Залогом надежной, долговечной, эффективной и экономичной работы любого карбюраторного или инжекторного двигателя является детонационная стойкость бензина. Необходимость увеличения производства высокооктановых бензинов марки АИ-91 и выше вызвана ростом парка импортных автомобилей и, как следствие, ростом потребности в таких бензинах при одновременном сокращении спроса на бензины А-76 и АИ-80. Чтобы бензин покупали, он должен быть качественным, водитель чувствует его качество по работе автомобиля.

Цитировано по: <http://www.5koleso.ru/articles/1344>.