

Назначение, классификация и свойства топлива

Топливом называют горючие вещества, способные при сжигании выделять тепловую энергию.

Топливо для тепловых двигателей и различных топочных устройств должно отвечать следующим основным требованиям:

- полностью испаряться и сгорать с выделением максимального количества тепла и минимального количества токсичных и коррозионно-активных продуктов и отложений;
- не вызывать затруднение при транспортировании, хранении и подаче по системам питания в любых климатических условиях;
- быть обеспеченными сырьевыми ресурсами и иметь низкую стоимость;
- добываться доступными дешевыми способами.

По агрегатному состоянию все виды топлива могут быть разделены на *жидкие, газообразные и твердые*, а по происхождению на естественные и искусственные.

Таблица 1. Общая классификация топлива

Вид топлива	Естественное	Искусственное
Твердое	Ископаемые угли, горючие сланцы, торф, древесина, отходы с/х.	Каменноугольный кокс, древесный уголь, торфяной кокс, полукокс, брикеты, пылевидное топливо
Жидкое	Нефть	Бензин, керосин, дизельное топливо, мазут, спирт, бензол, смолы сухой перегонки твердого топлива
Газообразное	Газы природные и сопутствующие при добыче нефти и др. ископаемые	Светлые, коксовые, нефтяные. Крекинговые, доменные, генераторные, водяные, смешанные газы нефтеперерабатывающих заводов

У всех топлив, в соответствии с предъявляемыми требованиями, регламентируются следующие эксплуатационные свойства.

1. Испаряемость характеризует способность топлива переходить из жидкого состояния в парообразное. Это свойство формируется из таких показателей качества, как фракционный состав, давление насыщенных паров при различных температурах, поверхностное натяжение и т.д. Испаряемость определяет технико-экономические 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 коррозии³ 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 топливо-регулирующая аппаратура смазываются только самим топливом без подачи смазочного материала. Свойство оценивается показателями вязкости и самосмазывающей способностью.

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 (топливо-масляные 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 этого 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.

Все топлива имеют неодинаковую теплоту сгорания, так как отличаются по составу, физическим и химическим свойствам. Для сопоставления различных топлив в качестве эталона принято "условное топливо", у которого низшая теплота сгорания для жидких и твердых топлив равна 29 307 кДж/кг, для газообразного топлива - 29 307 кДж/м³ (700 ккал/кг, 700 ккал/м³).

Значения калорийных эквивалентов для основных видов топлив:

Топливо	Теплота сгорания	Калорийный эквивалент
Каменный уголь	29307	1,00
Бензин	45216	1,57
Диз. топливо	42704	1,45
Газ природный	35586	1,21

НЕФТЬ - горючая маслянистая на ощупь жидкость, распространенная в осадочной оболочке земной коры с характерным запахом, коричневого, темно-коричневого, реже красного или желтого цвета; одно из важнейших для современной промышленности полезных ископаемых. Представляет из себя смесь алканов, цикланов и аренов, а также кислородных, сернистых и азотистых соединений. Различают легкую (0,65-0,87 г/см³), среднюю (0,871-0,910 г/см³) и тяжелую (0,910-1,05 г/см³) нефть. Температура застывания нефти зависит от содержания в ней твердых углеводородов и смолистых веществ и находится в пределах от +20 до -80 °С. Вязкость зависит от свойств углеводородов и количества смолистых веществ, входящих в состав нефти. Теплота сгорания 43,7-46,2 МДж/кг (10 400-11 000 ккал/кг). Элементный химический состав нефтей различных месторождений неодинаковый. Основные элементы нефти: углерод (85...87%) и водород (12...14%). Кроме того, в нефти содержатся кислород (0,1...0,3%), сера, азот (0,02...1,7%), а также незначительное количество других элементов.

Из нефти получают бензин, керосин, мазут, дизельное и другие виды топлива.

В состав нефти входят углеводороды трех классов: парафиновые, нафтеновые и ароматические. В нефтепродуктах могут содержаться, иногда в значительных количествах, непредельные углеводороды, образующиеся в процессе переработки нефти и нефтепродуктов.

На заре развития автомобилестроения основная потребность в бензине удовлетворялась в основном продуктами прямой перегонки нефти, в результате которой происходило разделение нефти на множество различных фракций, выкипающих при различной температуре.

С развитием автоиндустрии прямая перегонка нефти не могла уже удовлетворить потребность в бензине, не смотря на то, что добыча нефти постоянно наращивалась. Для получения автомобильного топлива возникла потребность в более новых методах переработки нефти и здесь на помощь

пришел такой физико-химический процесс как **крекинг**, разработанный ещё в годы первой мировой войны. Суть данного процесса заключается в расщеплении крупных молекул нефти на более мелкие молекулы. Крекинг позволяет извлечь из нефти дополнительно до 15-ти процентов бензина.

Крекинг разделяется по технологии на несколько видов:

- термический – происходит при температуре 450-550°C и давлении 4-6 МПа (здесь и далее по Цельсию);
- каталитический – происходит при температуре 450-500°C, давлении до 0,4 МПа, в присутствии катализаторов. Для переработки нефти с высоким содержанием сернистых и смолистых веществ применяют каталитический крекинг при 330-470°C, под давлением водорода 5-30 МПа (так называемый гидрокрекинг).

При термическом крекинге возможно получение бензина с октановым числом порядка 68...70, т.е. тех марок, которые в настоящее время практически не используются. Применение катализаторов при каталитическом крекинге позволило существенно увеличить выход бензина, а также значительно повысить его октановое число. В настоящее время при производстве автомобильных бензинов каталитический крекинг практически полностью вытеснил термический.

Таким образом, при перегонке парафиновых нефтей добываемых сегодня в нашей стране получается *автомобильный бензин* с очень низким октановым числом. Но, к счастью, есть процесс, позволяющий значительно поднять октановое число, а, значит, и качество *бензина*. Этот процесс называется технический реформинг, при котором с повышением температуры перегонки *нефти* происходит преобразование *бензина*. В результате термического реформинга низкооктановые парафиновые углеводороды превращаются в высокооктановые. В настоящее время для производства высококачественных *бензинов* применяют каталитический реформинг. В качестве катализатора при этом используют платину. *Бензины* с высокооктановым числом получают смешиванием бензинов каталитического крекинга и каталитического реформинга с введением в смесь высокооктановых добавок и этиловой жидкости. В состав последней, в свою очередь, входит смесь тетраэтилсвинца, бромистый этил и другие компоненты. Однако их значительная токсичность заставляет в наши дни ограничивать применение *бензина* с такими антидетонационными присадками.

Но и в этом случае выход был найден: вместо тетраэтилсвинца (этилированные бензины) в бензин добавляют изопентан и алкилбензин, которые получают из природного газа. Изопентан кипит уже при температуре 28 градусов, что ограничивает его содержание в конечном продукте – бензине 15-20%. Алкилбензин по температуре кипения близок к автомобильным сортам бензина.

АВТОМОБИЛЬНЫЙ БЕНЗИН (франц. benzine, от араб. любан джави — яванское благовоние) – почти бесцветная жидкость (если разговор идет о бензине высокого качества), замерзающая при температуре ниже -60 градусов Цельсия. Представляет собой смесь углеводородов различного строения и способная в парообразном состоянии образовывать взрывчатые смеси при достижении концентрации паров бензина в воздухе 75...125г/м3.

Рассмотрим, что же происходит с **бензином** по пути от бензобака

автомобиля до камеры сгорания двигателя. По топливопроводам бензин поступает в карбюратор автомобиля. Из распылителей карбюратора бензин вытекает в жидком виде. На пути от распылителя, во впускном коллекторе, бензин испаряется так, что доля его паров в воздухе колеблется в пределах 75-125г/м³, образуя тем самым взрывчатую смесь. Отсюда следует, что одним из основных свойств бензина является его способность испаряться. Как известно, на процесс испарения любой жидкости оказывают значительное влияние её вязкость, плотность и коэффициент поверхностного натяжения. Самым же главным для испарения является температура кипения.

Бензин, как мы это уже знаем, является смесью, состоящей из нескольких фракций, поэтому он не может иметь строго определенной температуры кипения по определению. При атмосферном давлении входящие в состав автомобильного бензина легкие фракции начинают кипеть при температуре от 30 до 40 градусов, а тяжелые выкипают при значительно высоких температурах (иногда более 200 градусов).

Температура выкипания 10% бензина характеризует его **пусковые свойства**, так как при низких температурах именно эти 10% испаряются при первых вспышках в цилиндрах автомобиля. Температура пуска значительно понижается при увеличении степени сжатия в цилиндрах, при применении электронного зажигания и увеличении частоты вращения двигателя на этапе пуска. Из вышесказанного следует: чем ниже температура кипения, тем легче произвести запуск холодного двигателя.

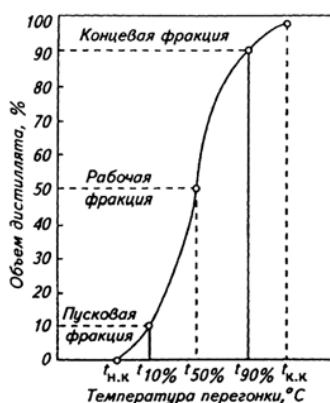


Рис.3. Кривая перегонки бензина

Если в бензине недостаточно низкокипящих фракций, то при пуске холодного двигателя часть бензина не успевает испариться и попадает в цилиндры в жидком состоянии. Горючая смесь, поступающая в цилиндры, оказывается переобедненной и не воспламеняется от электрической искры, в связи, с чем пуск двигателя иногда становится вообще невозможен. Неиспарившийся бензин, оставаясь в капельно-жидком состоянии, попадает в цилиндры двигателя и смывает с их поверхности масло, а при попадании в картер разжижает масло.

Однако слишком низкая температура кипения автомобильного бензина влечет за собой проблемы при запуске двигателя в жаркую погоду. Значительно повышается общая пожароопасность при эксплуатации автомобиля, возможно возникновение потери бензина вследствие чрезмерного его испарения по пути в цилиндры двигателя. При низкой температуре кипения наиболее легкие фракции бензина начинают испаряться и кипеть уже в бензопроводе, в бензонасосе, образуя тем самым паровые пробки, которые препятствуют поступлению бензина в карбюратор автомобиля.

Огромное значение для эксплуатационных свойств бензина имеет непосредственно интервал температур от начала кипения его наиболее легких фракций до окончания кипения наиболее тяжелых. Чем уже этот интервал, тем меньше времени затрачивается на прогрев холодного двигателя, приемистость двигателя при этом значительно возрастает.

Температура перегонки 50 % бензина характеризует длительность прогрева, качество смесеобразования в нагретом двигателе и приемистость, а также равномерное распределение бензиновых фракций по цилиндрам.

Чем легче фракционный состав и ниже температура перегонки 50% бензина, тем быстрее прогревается двигатель. Бензин с низкой температурой перегонки 50% быстрее испаряется во впускном трубопроводе, наполнение цилиндра горючей смесью улучшается, мощность двигателя увеличивается.

Приемистостью двигателя называется его способность в прогретом состоянии под нагрузкой быстро переходить с малой частоты вращения коленчатого вала на большую при резком открытии дроссельной заслонки. Автомобиль, двигатель которого обладает хорошей приемистостью, способен быстро набирать скорость. Для обеспечения хорошей приемистости двигателя необходимо, чтобы в цилиндры в момент дросселирования поступала богатая смесь.

Согласно ГОСТ 2084-77 у товарных автомобильных бензинов летнего вида $t_{50\%}$ должна быть не более 115°C , а зимнего вида – 100°C (для АИ-95 – 120 и 105°C соответственно).

И последнее, температура бензина, при которой полностью выкипают все его тяжелые фракции, оказывает значительное влияние на общий срок службы двигателя.

Если в бензине содержится много высококипящих углеводородов и других соединений, то они не испаряются во впускном трубопроводе двигателя и попадают в цилиндры в жидком виде. Некоторая часть жидкого бензина, поступающего в цилиндры, испаряется и сгорает, а оставшаяся часть стекает по стенкам цилиндра и смывает с них масло. При этом в масло попадают тяжелые фракции бензина.

ДЕТОНАЦИЯ моторного топлива - это чрезмерно быстрое сгорание топливной смеси в цилиндре карбюраторного двигателя из-за накопления органических пероксидов в топливной смеси. При сильной детонации мощность двигателя падает, детали двигателя подвергаются наиболее высоким тепловым и механическим нагрузкам. В результате работы двигателя с повышенной детонацией происходит обгорание и разрушение рабочих

кромки клапанов и поршней, электродов свечей. Повышенная детонация может вызвать пробой прокладки головки блока. Ударные волны, возникающие вследствие повышенной детонации, разрушают масляную пленку между поршнем и гильзой цилиндра, что приводит к повышенному износу пар трения. Все вышеперечисленные процессы происходят при низкой детонационной стойкости автомобильного бензина.

Детонация возникает в конце процесса сгорания, когда большая часть смеси уже сгорела. Процесс сгорания происходит так же, как и нормальный, однако в конце сгорания на индикаторной диаграмме регистрируется колебательный характер изменения давлений. Сначала наблюдается резкий рост давления в виде острых пиков, а затем давление постепенно падает, что изображено на диаграмме рядом затухающих пиков.

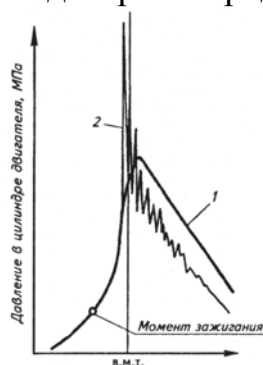


Рис. 6. Индикаторная диаграмма бензинового двигателя: 1 — нормальное сгорание; 2 — детонационное сгорание

Напротив, бензин, имеющий повышенную детонационную стойкость, слишком медленно горит. При применении таких бензинов горение в цилиндрах значительно затягивается, продукты сгорания не успевают расшириться и охладиться. Повышенная температура отработанных газов производит губительное действие на выпускные клапаны, в результате чего последние быстро прогорают.

Детонационную стойкость бензина принято выражать **октановым числом**. Октановое число определяется на одноцилиндровом двигателе специальной конструкции, обеспечивающем переменную степень сжатия при эталонных условиях работы на обедненной топливной смеси.

Сущность определения детонационной стойкости бензина на установках состоит в том, что испытуемый бензин сравнивают с эталонными топливами по способности к детонации. При этом подбирают такие смеси эталонных топлив, которые сгорают в установках с той же интенсивностью детонации, что и испытуемый бензин. Эталонные топлива получают смешиванием двух химически чистых углеводородов — изооктана и нормального гептана. Детонационная стойкость изооктана, выраженная в октановых числах, условно принимают за 100, а нормального гептана — за 0. При смешивании изооктана и нормального гептана в различных соотношениях по объему получают ряд эталонных топлив, обладающих различной детонационной стойкостью. Чем выше содержание изооктана в эталонном топливе, тем лучше его антидетонационная способность.

При определении ОЧ испытуемого бензина повышают степень сжатия установки до появления стандартной интенсивности детонации. Затем на этой же установке подбирают эталонное топливо, которое имеет стандартную интенсивность при этой же степени сжатия.

Октановое число — это процентное (объемное) содержание изооктана в смеси с

нормальным гептаном, которая по своим антидетонационным свойствам аналогична испытываемому топливу.

Например, ОЧ бензина 95 означает, что бензин имеет такие же антидетонационные свойства при испытании на стандартной установке, что и смесь из 95 % изооктана и 5 % нормального гептана.

Детонационная стойкость автомобильных бензинов определяется двумя методами: моторным и исследовательским. Отличия этих методов заключается в режимах их проведения. Испытания бензина по исследовательскому методу проводят при менее напряженном режиме: смесь за карбюратором не подогревают. Напротив, при моторном методе, на входе в камеру сгорания поддерживают температуру бензиновой смеси на уровне 150 градусов. В связи с этим моторный метод наиболее точно оценивает детонационные свойства бензина на форсированном режиме, а исследовательский - при работе двигателя с частыми остановками и с ограничением мощности.

На основе детонационных свойств производится распределение автомобильных бензинов по маркам. В марке бензина указываются его октановое число, найденное по одному из вышеуказанных методов.

Пример:

- А-95: А - бензин автомобильный с октановым числом 95, вычисленным по моторному методу;
- АИ-98: АИ - бензин автомобильный с октановым числом 98, вычисленным по исследовательскому методу;

Отклонение истинного октанового числа используемого бензина от нормы (иногда наблюдающееся при заправке автомобиля некачественным топливом) на 3-4 единицы в любую сторону, можно компенсировать регулировкой опережения зажигания.

КЛАССИФИКАЦИЯ И АССОРТИМЕНТ АВТОМОБИЛЬНЫХ БЕНЗИНОВ

Обозначение марок бензинов состоит, как правило, из двух групп знаков, первая из которых обозначается буквой А или АИ (бензин автомобильный, буква И означает, что октановое число определено по исследовательскому методу, отсутствие буквы И - по моторному). Вторая группа знаков обозначается цифрами и указывает величину октанового числа в условных единицах. Бензинам, выпускаемым по техническим условиям, отраслевым нормам, может присваиваться заводская или торговая марка.

Для нужд автомобильного транспорта в России вырабатывают бензин по ГОСТ 2084-77 и ТУ 38.001165-97.

В зависимости от октанового числа ГОСТ 2084-77 предусматривает пять марок автобензинов: А-72, А-76, АИ-91, АИ-93 и АИ-95. Для первых двух марок цифры указывают октановые числа, определяемые по моторному методу, для последних - по исследовательскому. В связи с увеличением доли легкового транспорта в общем объеме автомобильного парка наблюдается заметная тенденция снижения потребности в низкооктановых бензинах и увеличения потребления высокооктановых. Бензин А-72 практически не вырабатывается из-за отсутствия техники, эксплуатируемой на нем.

Наибольшая потребность существует в бензине А-92, который

вырабатывается по ТУ 38.001165-97.

Указанные ТУ предусматривают также марки бензинов А-80 и А-96 с октановыми числами по исследовательскому методу соответственно 80 и 96. Эти бензины предназначены в основном для поставки на экспорт. Бензин АИ-98 с октановым числом 98 по исследовательскому методу производится по ТУ 38.401-58-122-95 и ТУ 38.401-58-127-95. Бензины А-76, А-80, АИ-91, А-92 и А-96 допускается вырабатывать с использованием этиловой жидкости. При производстве бензинов АИ-95 и АИ-98 использование алкилсвинцовых антидетонаторов не допускается.

Все бензины, вырабатываемые по ГОСТ 2084-77, в зависимости от показателей испаряемости делят на летние и зимние. Зимние бензины предназначены для применения в северных и северо-восточных районах в течение всех сезонов и в остальных районах с 1 октября до 1 апреля. Летние — для применения во всех районах, кроме северных и северо-восточных, в период с 1 апреля по 1 октября; в южных районах допускается применять летний бензин в течение всех сезонов.

В соответствии с ГОСТ Р 51105-97 вырабатываются только неэтилированные бензины (максимальное содержание свинца не более 0,01 г/даг). В зависимости от октанового числа по исследовательскому методу установлено четыре марки бензинов: «Нормаль-80», «Регуляр-91», «Премиум-95», «Супер-98». Бензин «Нормаль-80» предназначен для использования на грузовых автомобилях наряду с бензином А-76. Неэтилированный бензин «Регуляр-91» предназначен для эксплуатации автомобилей взамен этилированного А-93. Автомобильные бензины «Премиум-95» и «Супер-98» полностью отвечают европейским требованиям, конкурентоспособны на нефтяном рынке и предназначены в основном для зарубежных автомобилей, ввозимых в Россию.