

ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ СПОСОБОВ ПОВЫШЕНИЯ ОКТАНОВОГО ЧИСЛА БЕНЗИНА*Н.Т. Талантов, студент гр. 10Б30, Л.Г. Деменкова, ст. преподаватель**Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского**Томского политехнического университета**652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, тел. (38451)-6-44-32**E-mail: lar-dem@mail.ru*

Растущий и динамично развивающийся автопарк Российской Федерации и стран СНГ становится с каждым годом все требовательнее к качеству горюче-смазочных материалов, выпускаемых отечественными предприятиями нефтепереработки. Кроме выполнения требований экологических стандартов, постоянно растет потребность в наращивании объема выпуска высокооктановых бензинов с октановыми числами 92, 95 и выше. Октановое число – главная характеристика топливной стойкости к детонации (воспламенению), т.е. процентное содержание изооктана C_8H_{18} , октановое число которого принято за 100, в эталонной смеси с н-гептаном C_7H_{16} , (октановое число равно нулю), при котором обеспечена детонационная стойкость. Если октановое число ниже, чем нужно, то регулярное использование такого бензина приведет к поломке двигателя. Чаще всего наблюдается преждевременный износ клапанов и других деталей двигателя, а также образование сильного нагара. До того как повысить октановое число бензина, следует узнать фактическое число. Октановое число определяют при помощи моторного метода (MON) и исследовательского метода (RON) [6]. Например, в марке бензина АИ-95 буква «И» означает, что при определении октанового числа использовался исследовательский метод, а цифры – это и есть октановое число, определенное таким методом. При использовании моторного метода применяют более жесткий режим испытания, чем при использовании исследовательского метода, поэтому для одной и той же пробы MON всегда меньше RON. В США применяют такую характеристику бензина, как антидетонационный индекс АДИ, равный полусумме значений RON и MON [4]. Приблизительно октановое число можно оценить с помощью октанометра. Этот прибор позволяет проводить диагностику самостоятельно, но результат при этом может быть не точным. Разрабатываемые ведущими производителями современные двигатели могут работать только на топливе с высоким октановым числом. Высокооктановое топливо сгорает с меньшей скоростью, при этом сам процесс проходит плавно, с минимальным давлением на поршни. Двигатели, изначально разработанные под низкооктановое топливо, не могут работать на высокооктановом. В противном случае понадобится полная замена отдельных деталей двигателя.

Переход на выпуск высокооктановых бензинов для многих отечественных предприятий нефтеперерабатывающего комплекса требует серьезных и длительных капиталовложений, которыми они, к сожалению, не всегда располагают. Сложный технологический способ разделения и каталитического преобразования фракций нефти обуславливает высокую себестоимость получаемого продукта, хотя позволяет получить бензин европейского качества с большим октановым числом, например, при гидрокрекинге RON составляет 85-90, при каталитический крекинге – 80-85, при риформинге – 85-97, при изомеризации – 85-90, при алкилировании – 92, при полимеризации – 100 [2].

Именно поэтому применение специальных присадок для производства высокооктанового бензина становится в данном случае оправдано и экономически выгодно. В настоящее время в мировом масштабе наиболее распространённой, экологически безопасной и эффективной присадкой считается беззольный антидетонатор – монометиланилин $C_6H_5NHCH_3$ (ММА), который применяется как в чистом виде, так и в виде смесей с другими октановыми компонентами. ММА в составе топлива снижает расход бензина, уменьшает токсичность выхлопных газов. Повышение октанового числа на 5-6 единиц обеспечивается концентрацией ММА около 1- 1,8 % [3].

Октановое число возрастает при добавлении в бензин предельных и ароматических углеводородов разветвленного строения, например, толуола $C_6H_5CH_3$ (с RON, равным 115) или изооктана C_8H_{18} , с RON, равным 100 [3].

В качестве присадок, повышающих октановое число бензина, применяют металлоорганические антидетонаторы, способные обрывать цепные реакции окисления углеводородов, снижая скорость реакции получения молекул перекисных соединений. В СССР вплоть до конца 20 века в качестве металлоорганического антидетонатора использовался тетраэтилсвинец $Pb(C_2H_5)_4$. Химизм протекающего процесса следующий: при сгорании тетраэтилсвинца образуется оксид свинца (II), который может осаждаться в цилиндрах двигателя внутреннего сгорания. Чтобы удалить нежелательное вещество, используются этилбромид, а образующийся при этом бромид свинца захватывается отходящими газами [6].

Бензин, в состав которого входит тетраэтилсвинец и этилбромид, называется этилированным. Тетраэтилсвинец характеризуется высокой токсичностью, не всегда совместим с технологическими узлами современных транспортных средств и в настоящее время не используется.

Присадки, содержащие $C_2H_5Mn(CO)_3$, в концентрации 100 г на 1 т повышают октановое число на 3-5 ед., однако наносят огромный вред окружающей среде, а также быстро выводят из строя детали двигателя [1].

В наши дни активно используются антидетонаторы, содержащие ферроцен $Fe(C_5H_5)_2$, которые в концентрации 180 г на 1 т повышают октановое число на 4-5 ед., однако образуют на свечах налёт, проводящий электрический ток, вследствие которого свечи быстро приходят в негодность. Несмотря на это, в РФ производится большое количество ферроценовых присадок: ФК-4, Октан-максимум, Феро-3, и др. [1].

Применение присадок, содержащих Pb, Fe и Mn уменьшает ресурс свечей зажигания до 5000-7000 км. Кроме того, такие антидетонаторы запрещены к использованию Международной Хартией производителей топлив, хотя в некоторых странах, в частности, в РФ, разрешается производство бензинов с содержанием железа до 37 мг/л, а марганца - до 18 мг/л [6].

Для повышения октанового числа бензина используют так называемые оксигенаты – метанол CH_3OH , этанол C_2H_5OH , а также эфиры: метил-трет-бутиловый эфир $CH_3OC(CH_3)_3$, этил-трет-бутиловый эфир $C_2H_5OC(C_2H_5)_3$, метил-трет-пентилловый эфир $C_5H_{11}OC(C_5H_{11})_3$, диизопропиловый эфир $(CH_3)_2CHOC(CH_3)_2$. При сгорании метилсодержащих эфиров в окружающую среду происходят выбросы метанола, поэтому их использование нежелательно [1].

Применение спиртов позволяет значительно уменьшить содержание угарного газа в выхлопах автомобиля и увеличить октановое число, например, добавление к АИ-92 этанола в количестве 10 % по массе позволяет превратить его в АИ-95 [4]. Добавление спиртов позволяет увеличить количество кислорода, что обуславливает большую полноту сгорания углеводородов и понижение теплоты их сгорания, а также температуры сгорания. Более того, спирты, испаряясь, поглощают тепло, тем самым уменьшая температурные нагрузки на ДВС и снижая детонацию. Но повышение концентрации кислорода более 2,7 % вызывает увеличение содержания альдегидов в отходящих газах, которые являются очень токсичными веществами [1]. При этом увеличивается расход топлива из-за того, что спирты имеют низкую теплоту сгорания, а также снижается мощность автомобиля. Кроме того, избыток спиртов может привести к повреждению элементов системы подачи топлива.

В спиртосодержащей среде, способной адсорбировать воду, активно идут процессы коррозии цветных металлов, а также может произойти расслоение смеси бензина со спиртом. Поэтому применение оксигенатов в качестве антидетонаторов требует добавления стабилизаторов – пропанола, бутанола, изопропанола. Европейские стандарты ограничивают концентрацию метанола (менее 3 %) и этанола (менее 5 %) [6].

Каждый тип присадки выполняет конкретную функцию: это либо высокоэффективное повышение октанового числа бензина, либо снижение выброса вредных соединений.

Представителями МЭИ было предложено увеличивать октановое число топлива за счет преобразования топлива путем катализа в самом моторе, так как катализ сопровождается снижением температуры рабочего процесса. Эта идея была реализована в виде автомобильного синтезатора-катализатора АСК [5]. Преимуществом способа является достижение лучших экономических и показателей мощности двигателя по сравнению с традиционными методами изменения октанового числа топлива с помощью присадок. Так, автомобиль, потребляя по трассе 8,1 л/100 км при использовании АИ-92, при переходе на АИ-95 начинает потреблять 7,9 л/100 км. При переходе на данную технологию уровень потребления топлива АИ-92 снижается 6,8-6,9 л/100 км. Общая экономия средств в этом случае может составить почти 30 %. Фактическое преобразование топлива начинается после обработки топлива с АСК. Это выражается в том, что топливо, обработанное АСК при газификации и сжатии топливной смеси снижает конечную температуру цикла сжатия на 20-30° и таким образом уменьшает вероятность самовоспламенения топлива, увеличивая октановое число. Увеличение мощности происходит за счет каталитического преобразования топлива, которое снижает температуру смеси и увеличивает ее плотность во входном коллекторе и в цилиндрах. Это аналогично применению в гоночных автомобилях топлива на основе спиртов, которые используются для увеличения мощности моторов и снижения их тепловых и динамических нагрузок. Дальнейшее преобразование происходит в

момент сгорания топлива с помощью изменения хода цепных реакций за счет каталитических центров. Это достигается путем создания в двигателе с помощью каталитических центров особого нелинейного процесса сгорания топлива, которое возникает благодаря преобразованию топлива в начальной стадии сгорания и разложению его на более легкие фракции. Это преобразование происходит за счет потребления тепловой энергии от двигателя и сгораемого топлива и препятствует быстрому росту температуры и давления. Еще несгоревшее топливо экранирует стенки камеры сгорания от теплового потока процесса сгорания, поглощая тепловую энергию и разлагая несгоревшее топливо на более легкие фракции, при этом увеличивая свою энергетiku и снижая нагрев мотора. Это также снижает тепловые потери двигателя и увеличивает его мощность. АСК оказывает влияние на скорость сгорания топлива и протекания реакций таким образом, что в начале процесса он замедляет рост температуры, вводя эндотермическую реакцию. Эта реакция, поглощает тепловую энергию от двигателя и сгораемого топлива, что приводит к замедлению нарастания давления в цилиндрах в момент окончания процесса сжатия топливоздушнoй смеси и в начальный момент воспламенения смеси. В результате протекания этих реакций происходит преобразование топлива и разложение топлива на более легкие фракции, имеющие суммарную энергию и октановое число большие, чем исходное топливо. Например, одна из фракций, содержащаяся в бензине – пентан C_5H_{12} с октановым числом 93 и удельной теплотой сгорания 3509 кДж/моль, может быть преобразована в пропилен C_3H_6 и этан C_2H_6 , которые имеют суммарную теплоту сгорания 3710 кДж/моль – большую, чем у пентана. Октановое число их будет также больше и составит 102 и 112 соответственно. Следует отметить, что это преобразование не приводит к увеличению конечной температуры сгорания и перегреву газораспределительной системы двигателя, так как начальная температура смеси ниже за счет потребления тепловой энергии каталитическим процессом. Затем, когда поршень уходит вниз, происходит окончательное полное сгорание топлива и выделяется дополнительная энергия из преобразованного топлива, а так же энергия поляризованных молекул и активных электронов, присутствующих в обработанном топливе. Таким образом, процесс сгорания становится, более оптимальным, что приводит к снижению нагрева и динамических нагрузок на двигатель. Работа двигателя становится намного тише и мягче. Подобные эффекты не могут быть получены с помощью химических присадок к топливу, служащих для увеличения октанового числа. Применение этой технологии в двигателях внутреннего сгорания аналогично применению при прыжках в высоту гибкого шеста, который сгибаясь и запасая энергию прыгуна на первом этапе, затем на втором разгибаясь, выталкивал его на новые высоты, что существенно улучшило спортивные достижения. Воздействия, подобные эффекту влияния АСК в современных автомобилях, в редких случаях могут случайно получаться при совпадении необходимых каталитических свойств моторного масла, качества топлива, наличия редкоземельных присадок и покрытий (платины) в двигателе и устройства системы зажигания. Гарантированно этот эффект может присутствовать только на гоночных болидах, в двигателях и моторных маслах которых присутствуют редкоземельные металлы, в моторное топливо добавлены спирты, а в серийных автомобилях вероятность его появления отсутствует, так как получить положительный эффект можно только специально подбирая масла, свечи, топливо для каждого автомобиля.

Таким образом, современные способы повышения октанового числа бензина позволяют значительно увеличить стойкость к детонации, не уменьшая мощность автомобиля, при этом нанося как можно меньше вреда окружающей среде.

Литература.

1. Амбарцумян, В.В. Экологическая безопасность автомобильного транспорта [Текст]: учеб. пособие для студ. вузов / В.В. Амбарцумян, В. Б. Носов, В. И. Тагасов. – М.: Научтехлитиздат, 2009. – 324 с.
2. Топлива, смазочные материалы, технические жидкости. Ассортимент и применение [Текст]: справочное пособие / Под редакцией В.М. Школьников. – М.: ИЦ «Техинформ», 2009. – 216 с.
3. Милованов, А.В. Топливо и смазочные материалы [Текст]: учеб. пособие для студ. вузов / А.В. Милованов, С.М. Ведищев. – Тамбов: Издательство ТГТУ, 2003. – 236 с.
4. <http://www.womencar.ru>.
5. <http://www.koleya.ru>.
6. <http://gosstandart.gov.by>.