

УДК 621.43:62-631.4

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТАВА БЕНЗОЭТАНОЛА ПО ЗАДАННОМУ ОКТАНОВОМУ ЧИСЛУ МОТОРНОГО ТОПЛИВА

**В.П. Мараховский, мл. научн. сотр., В.М. Семикин, научн. сотр.,
ИПМаш имени А.Н. Подгорного НАН Украины, г. Харьков**

Аннотация. Предложена эмпирическая зависимость для определения октанового числа бензоэтанола и расчета состава бензоэтанола по заданному октановому числу для различного типа ДВС.

Ключевые слова: октановое число, расчет состава бензоэтанола.

ВИЗНАЧЕННЯ СКЛАДУ БЕНЗОЕТАНОЛУ ЗА ЗАДАНИМ ОКТАНОВИМ ЧИСЛОМ МОТОРНОГО ПАЛИВА

**В.П. Мараховський, мол. наук. співр., В.М. Семикін, наук. співр.,
ІПМаш імені А.М. Підгорного НАН України, м. Харків**

Анотація. Запропоновано емпіричну залежність для визначення октанового числа бензоетанолу та розрахунку складу бензоетанолу за заданим октановим числом для різного типу ДВЗ.

Ключові слова: октанове число, розрахунок складу бензоетанолу.

DETERMINATION OF GASOLINE ETHANOL MIXTURE BY PRESET OCTANE LEVEL OF MOTOR FUEL

**V. Marakhovskiy, junior research worker, V. Semikin, research worker,
IPMash after A. Podgornyi of NAS of Ukraine, Kharkiv**

Abstract. The empiric dependence for determination of octane level of gasoline ethanol mixture and calculation of gasoline ethanol mixture by preset octane level for different types of internal combustion engines has been suggested.

Key words: octane level, calculation of gasoline ethanol mixture.

Введение

Использование альтернативных топлив в ДВС направлено на снижение потребления ископаемых топлив, уменьшение вредных выбросов с отработавшими газами и эксплуатационных затрат в целом, сохранение характеристик и ресурса двигателей. Бензоэтанол в качестве альтернативного топлива для ДВС с искровым зажиганием используется уже давно. Адаптируются, совершенствуются и модернизируются автомобили и их системы, растут объемы производства бензоэтанола [1].

Очевидно, что в Украине в ближайшее время невозможно предложить кондиционный бензоэтанол на рынок топлив по многим объективным причинам. В первую очередь нужна нормативная база и, главное, необходимо заинтересовать потребителей топлива более низкой ценой при идентичности основных моторных свойств бензоэтанола и заменяемого бензина, что возможно, если его производить из дешевого низкооктанового бензина и, например, головной фракции этилового спирта. Обеспечить необходимые моторные свойства, в том числе октановое число (ОЧ), возможно соотношением бензина и этанола в составе бензоэтанола. Производить в Украин-

не бензоэтанол Е85 по европейскому стандарту с заведомо высокими значениями содержания этанола и ОЧ из-за отсутствия ресурсов этанола нецелесообразно. Поэтому на первом этапе необходимо организовать производство дешевого бензоэтанола с заданными моторными свойствами для аграрного сектора. Это позволило бы снизить себестоимость сельхозпродукции и стимулировало бы к увеличению выращивания сырья для выпуска биоэтанола. На втором этапе можно было бы за короткое время увеличить объемы производства бензоэтанола и, при соответствующих налоговых льготах, продвигать его на рынок топлив в большем количестве для разных категорий автотранспорта.

Анализ методов определения ОЧ топлив для двигателей с искровым зажиганием

Нормативными документами, в частности [2–4], обусловлены методы определения ОЧ при производстве топлив. В соответствии с [3, 4] при моторном и исследовательском методах октановые числа определяются на стандартных одноцилиндровых двигателях с переменной степенью сжатия. Во время испытаний повышают степень сжатия до появления детонации, а затем на этом же двигателе подбирают такое эталонное топливо, которое детонирует при такой же степени сжатия. Моторный и исследовательский методы отличаются режимами работы и способом замера детонации. Эти методы, как правило, используются при выпуске больших партий топлива, а также при контроле и различных проверках. Они наиболее точные, но затратные, оборудование не всегда доступно, и проведение их во многих случаях экономически нецелесообразно.

В настоящее время в различных странах используют безмоторные методы определения ОЧ топлив, в том числе и смесевых [5, 6]. Это так называемые экспресс-методы. Выпускаемые для этого приборы сертифицированы, однако стоимость их высока.

Применяют также аналитические методы определения ОЧ, в частности методы расчета ОЧ по эмпирическим зависимостям [7]. Однако их используют для однородных по составу топлив, а для бензоспиртовых смесевых топлив необходимо введение корректирующих коэффициентов.

Цель и постановка задачи

Цель настоящей работы – разработка метода расчета состава бензоэтанола по заданному ОЧ для различного типа ДВС на основе эмпирической зависимости для определения содержания этанола в бензоэтаноле с заданным ОЧ.

Определение состава бензоэтанола по заданному октановому числу

Для конкретного типа ДВС завод-изготовитель оговаривает марку используемого топлива (бензина) с известным значением ОЧ. Следовательно, для данного типа ДВС при определении состава бензоэтанола его ОЧ уже задано, а соотношение бензина и этанола может варьироваться. Поэтому необходимо подобрать как базовую основу бензина, так и определить содержание этанола.

В настоящее время накоплено достаточно экспериментальных данных об ОЧ бензоэтанола различного состава [8–10]. Обобщение, анализ и математическая обработка этих экспериментальных данных позволили получить эмпирическую зависимость ОЧ бензоэтанола от содержания в нем этанола и октанового числа базового бензина (все значения ОЧ по моторному методу)

$$\text{ОЧ}_{\text{БЭ}} = 26,44 - 0,29(\text{ОЧ}_0) \cdot \ln C_E + [1,32(\text{ОЧ}_0) - 29,49], \quad (1)$$

где $\text{ОЧ}_{\text{БЭ}}$ – октановое число бензоэтанола; ОЧ_0 – октановое число базового бензина; C_E – содержание этанола в бензоэтаноле, % (объемные).

Из формулы (1), учитывая, что ОЧ бензоэтанола задается (т.е. $\text{ОЧ}_{\text{БЭ}} = \text{ОЧ}_3$), получаем зависимость для расчета процентного содержания этанола в бензоэтаноле

$$C_E = \exp \left[\frac{29,49 + (\text{ОЧ}_3) - 1,32(\text{ОЧ}_0)}{26,44 - 0,29(\text{ОЧ}_0)} \right], \quad (2)$$

где ОЧ_3 – заданное ОЧ бензоэтанола.

Используя формулу (2), при заданном ОЧ бензоэтанола можно определить диапазоны варьирования ОЧ базового бензина и состава бензоэтанола. На рис. 1 приведены рассчитанные по предлагаемой формуле (2) кривые

процентного содержания этанола в бензоэтаноле с заданным $OЧ_3$ в зависимости от выбранной марки базового бензина.

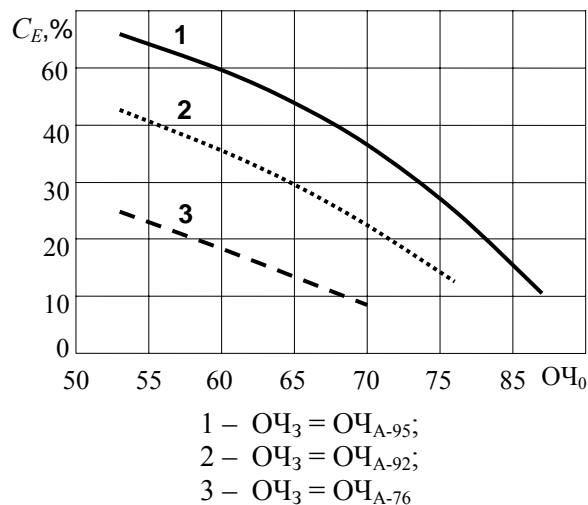


Рис. 1. Процентное содержание этанола в бензоэтаноле с заданным $OЧ_3$

Из рис. 1 видно, что, например, бензоэтанол с $OЧ_3$, соответствующим $OЧ$ бензина А-95, может содержать от 53 до 25 % этанола при выбранном базовом бензине с $OЧ$ соответственно от 55 до 76, а с $OЧ_3$, соответствующим $OЧ$ бензина А-92 при том же выбранном базовом бензине с $OЧ$ от 55 до 76, может содержать от 40 до 13 % этанола.

Таким образом, обеспечивая требования завода-изготовителя по $OЧ$ моторного топлива для конкретного типа ДВС, применение предлагаемой зависимости позволяет подобрать базовый бензин и оптимизировать состав бензоэтанола. При этом для оптимизации состава бензоэтанола, возможно использование не только технических факторов.

Предлагаемый подход для анализа допустимого изменения состава бензоэтанола можно применить при планировании производства ингредиентов бензоэтанола, исходя из конкретных сырьевых и ресурсных возможностей.

С помощью формулы (2) можно также проводить экономическое прогнозирование применения бензоэтанола различного состава. Рассчитав содержание этанола в бензоэтаноле при заданном $OЧ$, можно предварительно оценить стоимость бензоэтанола для различной базовой бензиновой составляющей, т.е. исходя из стоимости ингредиентов определить экономическую эффективность приме-

нения бензоэтанола различного состава для конкретного типа двигателя.

Бензоэтанол с заданным $OЧ_3 = 95$ можно получить используя в качестве базового бензин А-76 или бензин А-65. В соответствии с формулой (2) это будет бензоэтанол Е25 или бензоэтанол Е45. Стоимость Е25 и Е45 (в ценах на начало 2010 г.) составляла 5,7 грн/л и 4,05 грн/л соответственно. Учитывая снижение теплотворной способности бензоэтанола Е25 на ~ 9 %, а Е45 на ~ 16 %, увеличивается и расход бензоэтанола по сравнению с бензином А-95 (без учета роста КПД ДВС на бензоэтаноле). Следовательно, если взять за основу для автомобиля с двигателем МеМЗ-307 расход на А-95 – 5,5 л/100 км, то при использовании бензоэтанола Е25 расход составит 5,9 л/100 км, а Е45 – 6,4 л/100 км. При этом затраты на 100 км – 33,6 грн и 26 грн соответственно, а для А-95 – 42,35 грн (стоимость бензина А-95 на тот же период – 7,7 грн/л).

На рис. 2 показано прогнозируемое снижение стоимости пробега 100 км на примере автомобиля с двигателем МеМЗ-307 на бензоэтаноле Е25 и Е45 по сравнению с заменяемым бензином А-95 (при их одинаковом $OЧ$ и с учетом снижения теплотворной способности бензоэтанола).

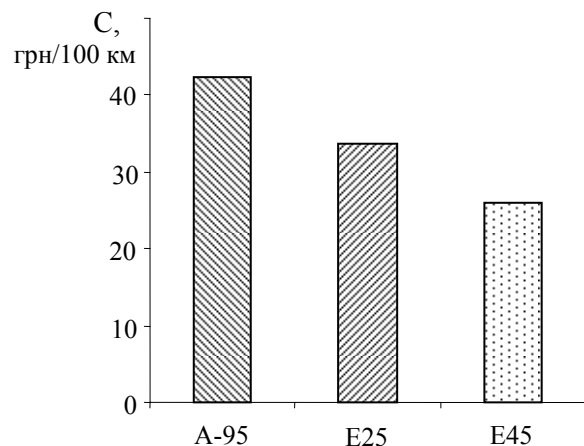


Рис. 2. Стоимость пробега 100 км на бензине и бензоэтаноле автомобиля с двигателем МеМЗ-307 (в ценах января 2010 г.)

Следовательно, при выполнении условия, что $OЧ_3 = OЧ_{A-95}$, стоимость пробега 100 км автомобиля с двигателем МеМЗ-307, учитывая только цену базового бензина, снизится при применении бензоэтанола Е25 и Е45, соответственно, на 19 % и 39 %. Однако

необходимо учитывать еще и запасы этанола как исходного сырья при производстве бензоэтанола, т.к. ограничение ресурсных возможностей по этанолу отразится на увеличении цены бензоэтанола.

Основываясь на вышеизложенном, следует заметить, что ориентация украинского топливного рынка на проект производства бензоэтанола Е85 не совсем оправдана, т.к. необходимо комплексно учитывать целый ряд факторов: технические требования, ресурсы, стоимость, автопарк, технологии производства, экономичность, токсичность и др.

Выводы

1. Предложенный метод расчета состава бензоэтанола по заданному ОЧ для различного типа ДВС позволяет определять, анализировать и выбирать состав бензоэтанола из технических, сырьевых, ресурсных и экономических соображений.
2. На базе обобщения и анализа экспериментальных данных получена эмпирическая зависимость для определения ОЧ бензоэтанола и для расчета процентного содержания этанола в бензоэтаноле с заданным ОЧ.
3. Исходя из стоимости ингредиентов бензоэтанола и технических характеристик двигателя, можно, используя предложенную зависимость, выполнить экспресс-оценку и прогнозирование экономической эффективности применения бензоэтанола различного состава для конкретного типа ДВС.

Литература

1. Мараховский В.П. Автомобильные ДВС на бензоэтаноле / В.П. Мараховский, В.Н. Киреева, В.Н. Бганцев // Вісті автомобільно-дорожнього інституту АДІ ДонНТУ. – Горлівка. – 2009. – № 1(8). – С. 136–139.
2. ДСТУ 4063-2001. Бензини автомобільні. Технічні умови. – На заміну ГОСТ 2084-77; чинний від 2002-07-01. – К. : Держстандарт України, 2002. – 9 с.
3. ГОСТ 511-82. Топливо для двигателей. Моторный метод определения октанового числа. – Взамен ГОСТ 511-66; введен 08.12.2003. – М. : ИПК Изд-во стандартов, 2001. – 14 с.
4. ГОСТ 8226-82. Топливо для двигателей. Исследовательский метод определения октанового числа. – Взамен ГОСТ 8226-66; действует с 08.12.2003. – М. : ИПК Изд-во стандартов, 2003. – 12 с.
5. Приборы экспресс-анализа качества нефтепродуктов: каталог продукции [Электронный ресурс] / Институт химии нефти СО РАН, НПО «ЛЭАКН». – Томск, 2008. – Режим доступа : <http://shatox.ru/files/catalog.zip>
6. Шамов А.В. Применение ультразвука для определения октанового числа бензина [Электронный ресурс] / А.В. Шамов // Приоритеты развития отечественного автотракторостроения и подготовки инженерных и научных кадров: 65-я Международная науч.-техн. конф. ассоциации автомобильных инженеров, Москва, 2009. – М.: МГТУ «МАМИ», 2009. – Кн. 3. – С. 166-175. – Режим доступа: http://www.mami.ru/science/autotr2009/scientific/article/s03/s03_28.pdf
7. Гурвич И.Б. К расчету октановых чисел моторных топлив / И.Б. Гурвич, С.И. Скибарко // Автомобильная промышленность. – М. – 1994. – № 1. – С. 23–25.
8. Папок К.К. Словарь по топливам, маслам, смазкам, присадкам и специальным жидкостям (химмотологический словарь) / К.К. Папок, Н.А. Рагозин. – М. : Химия, 1975. – 392 с.
9. BOSCH. Автомобильный справочник : перевод с английского / Robert Bosch GmbH. – М. : ЗАО КЖИ «За рулем», 2002. – 896 с.
10. Мараховский В.П. Перспективы использования бензоспиртовых топлив в Украине / В.П. Мараховский, В.Н. Бганцев // Автомобильный транспорт : сб. науч. тр. – Харьков : ХНАДУ. – 2007. – Вып. 20. – С. 92–94.

Рецензент: Ф.И. Абрамчук, профессор, д.т.н., ХНАДУ.

Статья поступила в редакцию 27 октября 2010 г.