

7. Сиваков В.И. Положение звуковой поверхности в газовом потоке / В.И. Сиваков, И.В. Сиваков // Зб. наук. пр. СНУЯЕтаП. – Севастополь: СНУЯЭиП, 2012. – Вып. 3 (43). – С. 157 - 162.

Надійшла до редакції 05.09.2013 р.  
Після доопрацювання 12.09.2013 р.

УДК 621.43.03-6:006.354

## ОЦЕНИВАНИЕ ПРОЦЕНТНОГО СОДЕРЖАНИЯ ОКСИГЕНАТОВ В БЕНЗИНАХ С ПОМОЩЬЮ ГАЗОВОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

Т.Л Щекатурина<sup>1</sup>, д.х.н., проф., Л.В. Гладких<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Севастопольский национальный университет ядерной энергии и промышленности

<sup>2</sup>Лаборатория горючего и смазочных материалов Черноморского флота

В работе представлены результаты исследований кислородосодержащих добавок в автомобильном бензине. Особенностью метода их определения с помощью газового хроматографа являются быстрота и достоверность. Полученные данные испытания автомобильного бензина сравнены с данными нормативного документа.

### Введение

Перспективными компонентами топлив для двигателей внутреннего сгорания являются оксигенаты высокооктановые бензиновые компоненты нефтяного происхождения, представляющие собой синтетические кислородосодержащие соединения типа низших (метанол, этанол) и высших (изо- бутанол, втор- бутанол, трет- бутанол) спиртов, простых и сложных эфиров (метил- трет-этиловый эфир, метил- трет- бутиловый эфир- МТБЭ, метил- трет- амиловый эфир и др.) Метилтретбутиловый эфир (МТБЭ) считается наиболее перспективным компонентом. При добавке 10 % МТБЭ октановое число бензинов повышается на 2,1...5,8 ед. по исследовательскому методу [1], при добавлении 20 % на 4,6...12,6 единиц. При этом минимальная температура холодного пуска двигателя снижается на 10...12 °С. Максимально допустимое содержание МТБЭ составляет 15 %. МТБЭ имеет относительно низкую температуру кипения (55 °С) и повышенное давление насыщенных паров, что ограничивает его применение в летний период в связи с требованиями по испаряемости [2].

Исследования являются актуальными, так как при производстве бензинов оксигенаты позволяют сократить расход энергоемких и дорогостоящих высокооктановых компонентов вторичной переработки нефтяных фракций (бензинов каталитического крекинга, каталитического риформинга, алкилата и др.) и тем самым экономить невозобновляемые ресурсы нефти. Введение этих соединений в состав бензинов обеспечивает снижение концентрации токсичных компонентов СО в автомобильных двигателях [3].

К недостаткам бензинов, содержащих кислородосодержащие добавки, относятся повышенная склонность к их расслоению в условиях отрицательных температур и при попадании воды; повышенная агрессивность по отношению к отдельным конструктив-

ным металлическим и неметаллическим материалам систем питания автомобилей и технических средств. Однако применение оксигенатов неизбежно, хотя и требует решения ряда проблем. Содержание их в бензинах не должно превышать 2,7 % в пересчете на кислород [3].

Для качественного и количественного анализа оксигенатов используется современный метод анализа с высоким уровнем разрешения – метод газовой хроматографии. Он позволяет быстрее и достовернее получить результаты.

Газовая хроматография – процесс разделения смеси между неподвижной фазой с большой удельной поверхностью и подвижной фазой, которая протекает через неподвижную фазу. Другими словами, анализируемая смесь растворяется в подвижной фазе, которая протекает через неподвижную фазу.

### **Постановка цели и задач научного исследования**

Цель исследований – оценивание процентного содержания оксигенатов (кислородосодержащих соединений) в автомобильном бензине для проведения сравнительной характеристики на соответствие качества ДСТУ 4839-2007 [4], позволяющее сделать соответствующие выводы о дальнейшем применении по его прямому назначению.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

– исследовались пробы автомобильного бензина АИ-95-Евро методом газожидкостной хроматографии на содержание объемной доли оксигенатов: метанола; этанола, изопропилового спирта; изобутилового спирта, третбутилового спирта; эфиров и других оксигенатов;

– проводился сравнительный анализ бензина неэтилированного АИ-95-ЕВРО на соответствие качества.

### **Материалы и методы**

Объектом исследования служил автомобильный бензин неэтилированный АИ-95-Евро открытого акционерного общества «Мозырский нефтеперерабатывающий завод» республики Беларусь, а также стандартные образцы с нужными компонентами и известной концентрации оксигенатов.

Определение оксигенатов в бензинах проводили по методу ДСТУ EN 1601-2003 [5]. Использовался газовый хроматограф марки «Кристалл-2000М» с пламенно-ионизационным детектором.

Капиллярная колонка, используемая при испытании, имеет неподвижную фазу, нанесенную в виде тонкого слоя (толщиной максимум несколько мкм) на внутреннюю стенку капилляра. Отличительной особенностью такой капиллярной колонки является высокая эффективность, которую и используют для разделения многокомпонентной смеси. В качестве газа-носителя применялся гелий. Пробу охлаждали до температуры 5...10 °С [5], затем фиксированный объем пробы подавался в испарительную камеру с максимальной температурой нагрева 250 °С. Из испарительной камеры проба поступала в капиллярную предколонку, в которой происходило предварительное разделение ее компонентов. Затем интересующие нас компоненты пробы с выхода предколонки поступали в основную капиллярную колонку, а труднолетучий остаток выдувался из предколонки потоком газа-носителя. Продолжительность анализа составляла 26 мин.

В качестве средства измерения площадей пиков отдельных компонентов применяют компьютерную систему обработки данных.

### Оценивание процентного содержания оксигенатов в автомобильном бензине АИ-95-Евро

Для изучения процентного содержания оксигенатов в пробе бензина предварительно был проведен анализ стандартных образцов с известной концентрацией кислородосодержащих компонентов. В результате испытания были идентифицированы все компоненты по времени удержания и определено количественное их содержание по высоте и площади пика, что необходимо для определения состава оксигенатов в испытуемой пробе (рис. 1).

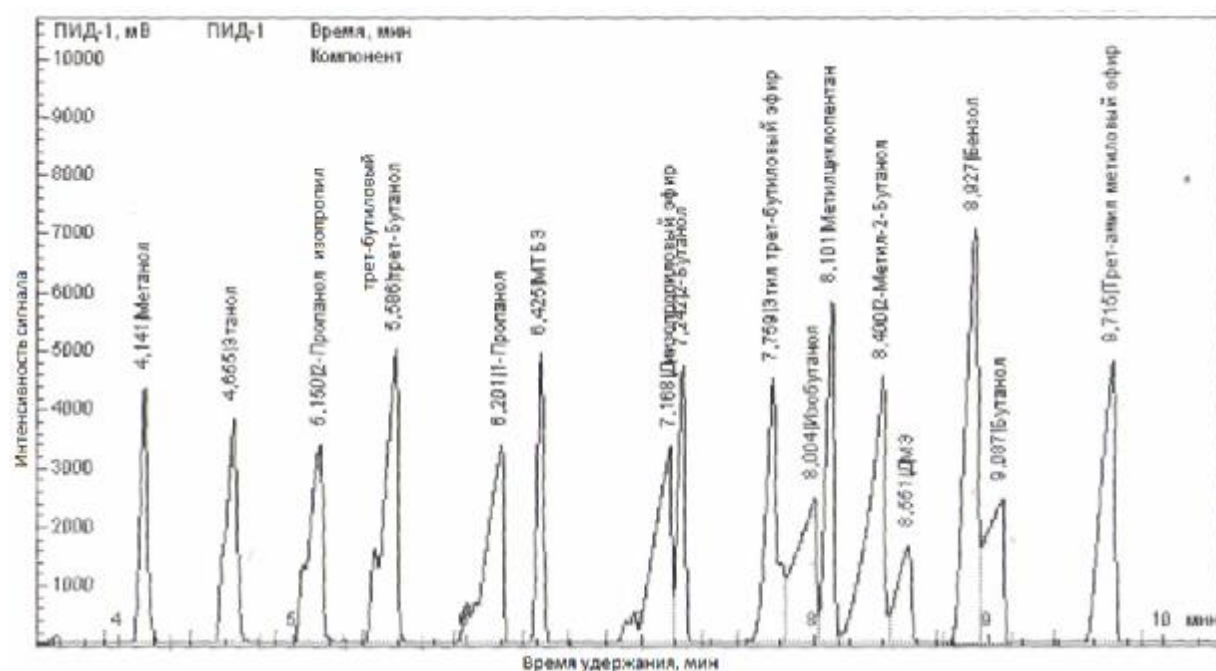


Рис. 1. Хроматограмма оксигенатов в пробе стандартного образца

Результаты анализа испытуемой пробы автомобильного бензина представлены в табл. 1, а также на рис. 2.

Т а б л и ц а 1

#### Расчет хроматограммы по компонентам (проба автомобильного бензина АИ-95)

Вре- мя, мин	Компонент	Площадь	Высота	Пло- щадь, %	Высо- та, %	Концен- трация	Ед. кон- цен- трации	Детек- тор
4.340	Этанол	148,811	107,692	0,247	0,673	0,025	%	ПИД-1
5.405	Трет-Бутанол (трет-бутиловый)	3874,322	2039,245	6,427	12,753	0,404	%	ПИД-1
6.463	МТБЭ	21477,466	4448,356	35,631	27,819	2,631	%	ПИД-1
9.371	Диизопропило- вый эфир	17751,817	4770,77	29,450	29,831	3,869	%	ПИД-1
9.739	Трет-Пентанол	17025,871	4625,142	28,245	28,924	1,686	%	ПИД-1

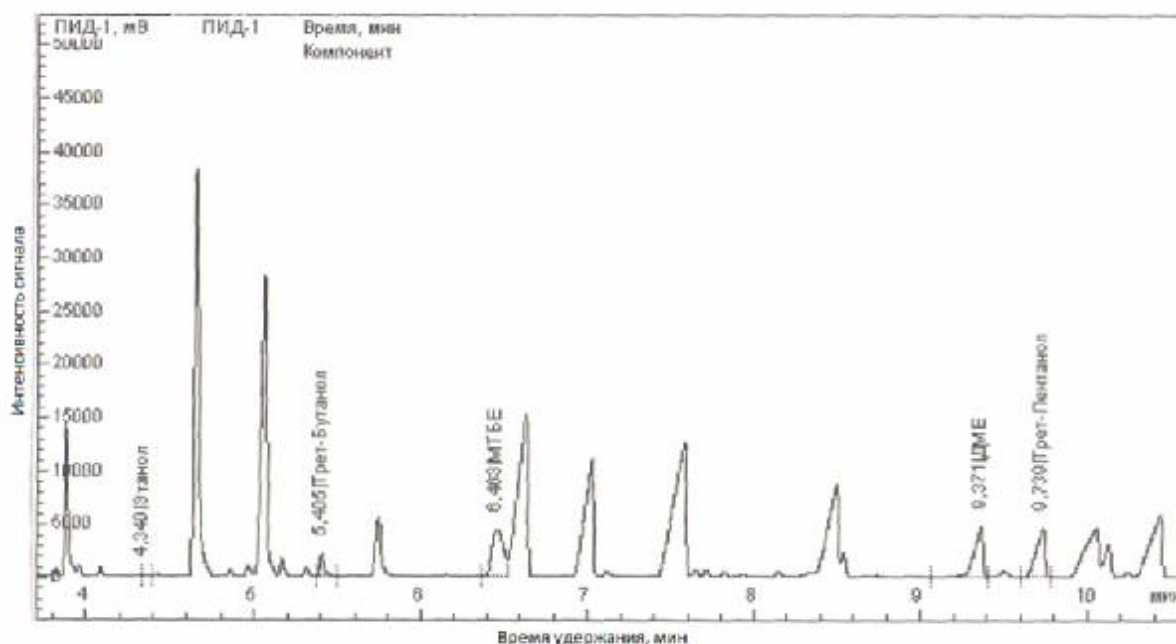


Рис. 2. Хроматограмма оксигенатов в испытуемой пробе

Качественный анализ оксигенатов, представленный на хроматограмме, показал наличие следующих компонентов: этанол, трет-Бутанол, МТБЭ, диизопропиловый эфир, трет-пентанол, что свидетельствует об ограниченном составе кислородосодержащих компонентов. Количественный состав выделенных компонентов представлен в табл. 1.

Полученные результаты показали процентное содержание этих соединений: этанол – 0,025 %; трет-Бутанол – 0,404 %, МТБЭ – 2,631 %, диизопропиловый эфир – 3,869 %, трет-пентанол – 1,686 %. Наибольший процент составляет диизопропиловый эфир и МТБЭ – 6,5 %, а концентрация спиртов-оксигенатов составляет 2,115 %. Это свидетельствует о преобладании эфиров-оксигенатов над спиртами, что может свидетельствовать о хорошем качестве этого бензина по сравнению с бензином, где могут доминировать спиртовые оксигенаты. Добавление МТБЭ (2,6 %) позволяет снизить себестоимость бензина за счет снижения содержания дефицитного алкилата, а также других компонентов.

### Сравнительный анализ бензина неэтилированного АИ-95-Евро на соответствие качества

Полученные данные по определению качественных характеристик бензина неэтилированного АИ-95-Евро сравнивались с нормативным документом ДСТУ 4839-2007 [4], результаты по определению оксигенатов в автомобильном бензине улучшенного качества приведены в табл. 2.

Результаты анализа исследований, приведенные в табл. 2, показали, что в автомобильный неэтилированный бензин АИ-95-Евро введен не весь перечень кислородосодержащих добавок и они содержатся в достаточно малой концентрации. Все это говорит о том, что такой бензин обладает высокой детонационной стойкостью, снижает токсичность выхлопных газов двигателя. Кроме того, содержание кислородосодержащих добавок не превышают нормы и не оказывают отрицательного действия на их основные физико-химические и эксплуатационные свойства.

**Сравнительный анализ полученных данных по определению оксигенатов  
в автомобильном бензине улучшенного качества**

Наименование показателей	Норма по ДСТУ 4839-2007	Результат анализа
Объемная доля оксигенатов:		
– метанол	не более 1 %	0
– этанол	не более 5 %	0,025
– изопропиловый спирт	не более 10 %	0
– изобутиловый спирт	не более 10 %	0
– третбутиловый спирт	не более 7 %	0.404
– эфиров (МТБЭ)	не более 15 %	6,5
– других оксигенатов	не более 10 %	1,686

Таким образом, при обработке результатов и сравнении их с нормативной документацией видно, что оксигенаты не превышают допустимых пределов. Автомобильный неэтилированный бензин АИ-95-Евро отвечает требованиям нормативно-технического документа по ДСТУ 4839-2007 [4].

### Выводы

В данной работе:

- оценен процентный состав оксигенатов бензина автомобильного АИ-95-Евро методом газовой хроматографии;
- проведена сравнительная характеристика на соответствие нормативно-техническому документу.

Проведенные исследования свидетельствуют о необходимости дальнейшего изучения кислородосодержащих соединений в бензинах различного типа в целях контроля их процентного состава, так как чрезмерное содержание этих соединений несет угрозу жизнедеятельности экологического фона земли и здоровью человека.

### ОЦІНЮВАННЯ ПРОЦЕНТНОГО ВМІСТУ ОКСИГЕНАТИВ У БЕНЗИНАХ ЗА ДОПОМОГОЮ ГАЗОВОЇ ХРОМАТОГРАФІЇ

**Т.Л. Щекатуріна, Л.В. Гладких**

Надані результати досліджень кисневмісних добавок в автомобільному бензині. Особливістю методу їх визначення за допомогою газового хроматографа є швидкість і достовірність. Отримані дані випробування автомобільного бензину порівняні з даними нормативного документа.

### OXYGENATES PERCENTAGE EVALUATION in GASOLINE by means of GAS CHROMATOGRAPHY

**T. Shchekaturina, L. Gladkih**

The oxygen-containing additives researches in the motor gasoline were resulted. Their identification method by means of the gas chromatograph is characterized by the quickness and reliability. The obtained motor gasoline examination data were compared with the normative document data.

### Список использованных источников

1. Сафонов А.С. Качество автомобильных топлив. Эксплуатационные свойства. Требования к качеству. Методы испытаний: краткий словарь-справочник по нефтепродуктам / А.С. Сафонов, А.И. Ушаков, А.В. Орешенков / СПб.: НППКЦ, 2006. – 400 с.
2. Сафонов А.С. Химмотология горюче-смазочных материалов / А.С. Сафонов, А.И. Ушаков, В.В. Гришин // Бондарев А.В. Методы контроля качества горючесмазочных материалов. – СПб.: предприятие «Искусство России», 2007. – 488 с.
3. Кириченко Е.А. Проблемы химмотологии / Е.А. Кириченко [и др.] // Проблемы химмотологии: матер. IV междунар. науч.-техн. конф., 24 – 28 сент. 2012 г. – Одесса, 2012. – С. 151 – 152.
4. ДСТУ 4839 - 2007. Бензины автомобильные повышенного качества. Технические условия; введ. 2008-01-01. – К.: Госстандарт Украины, 2008. – 14 с. – (Государственный стандарт Украины).
5. ДСТУ EN 1601. Бензины неителированные. Определение органических кислородосодержащих соединений и общего содержания органично связанного кислорода методом газовой хроматографии. Топливо дизельное. Технические условия; введ. 2004-10-01. – К.: Госстандарт Украины, 2004. – 18 с. – (Государственный стандарт Украины).

Надійшла до редакції 29.07.2013 р.