

Н.С. Лозинский /к.т.н./

ГУ «Институт физико-органической химии и углехимии им. Л.М. Литвиненко» (Донецк)

Л.Р. Куницкая /к.х.н./

Киевский национальный университет им. Тараса Шевченко (Киев)

ПРОЦЕДУРА ВЫЯВЛЕНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ТОПЛИВА И ФАЛЬСИФИКАТА АВТОМОБИЛЬНОГО БЕНЗИНА

Разработана процедура выявления альтернативного топлива и фальсификата автомобильного бензина по наличию в них добавок и/или присадок методом качественного химического анализа с использованием доступных и безопасных реагентов, не относящихся к прекурсорам.

Ключевые слова: *альтернативное топливо, фальсификат автомобильного бензина, антидетонаторы, качественный химический анализ.*

Постановка проблемы

Фальсифицированный (суррогатный, контрафактный, поддельный), не отвечающий требованиям действующего стандарта (ГОСТ [1]) «автомобильный бензин» – это, как правило, доступная органическая матрица (например, стабильный газовый и прямогонный бензины или их композиции, а также головная фракция рафината (ГФР) сырого бензола), допированная антидетонационными компонентами и присадками или их смесями. Среди последних самое широкое распространение получили: ферроцен (ФЦ), соединения марганца (циклопентадиенилтрикарбонилмарганец (ЦТМ) и метилциклопентадиенилтрикарбонилмарганец (МЦТМ), например, под торговой маркой Hitec), N-монометиланилин (ММА), продукты коксохимического производства, в частности: сырой бензол (СБ), компонент моторного топлива ароматический (КМТА), фракция бензол-толуол-ксилолы (БТК), фракция бензол-толуольная (бентол – БТ), толуольный концентрат и/или сольвенты (С), а также превышающие нормы по содержанию спирты: этанол, метанол, наконец – вода.

По оценкам ведущих экспертов Российской Федерации и Украины, сегмент фальсификата на рынке нефтепродуктов составляет треть от реализуемого топлива через сети автозаправочных станций и комплексов (АЗС, АЗК) и постоянно расширяется в силу повышения спроса и розничной цены на автомобильный бензин, а также низкой эффективности контроля над качеством реализуемого горючего со стороны соответствующих государственных структур.

В связи с этим потребителю в качестве защитной меры от недобросовестных нефтетрейдеров предлагаются рекомендации и тест-системы, позволяющие избегать заправки авто-

мобиля фальсификатом и выявлять некоторые из указанных выше антидетонаторы [2-4].

Анализ последних исследований и публикаций

ФЦ в суррогате обнаруживают как без предварительного разложения пробы, так и после ее минерализации монохлоридом йода, по реакции с гексацианоферратом (III) калия, сульфосалициловой кислотой, *o*-фенатролином, а также гваяковой кислотой, амидопирином или бензидином с перекисью водорода [3-4].

Обнаружению ММА в фальсификатах посвящено большое число публикаций, которые собраны в обзоре [5]. Предложенные методики требуют применения малодоступных и токсичных органических реагентов: бензсульфохлаорида, *n*-толуолсульфохлаорида, фурфуурола, 5-хлор-4,6-динитробензофуразана, β-нафтола и других [5-11].

Соединения марганца обнаруживают периодическим окислением предварительно обработанной пробы бензина раствором брома в четыреххлористом углероде [12,13].

Коллоидную воду предложено обнаруживать по выпавшему льду, по реакциям со смесью ферроцианида калия и сульфата железа, с калий-тиоцианатом кобальта, со смесью гексацианоферрата (II) и гексацианоферрата (III) калия, фенолфталеина со щелочью и азотнокислым серебром с бромфеноловым синим [14-19].

Спирты в контрафакте обнаруживают по реакциям с гексанитратоцератом (IV) аммония, бихроматом калия в сернокислой или азотнокислой среде, реактивом Джонса (хромовым ангидридом), 3,5-динитробензоилхлоридом в среде пиридина, йодидом и персульфатом калия (йодоформная проба), сероуглеродом и сульфатом меди (II) (ксантогеновая проба), хромотроповой

кислотой (1,8-диоксифталинсульфоновая кислота) и фуксином – специфичные реакции на метанол в присутствии этанола, солью *o*-карбоксихенилдиазония – специфичная реакция на этанол в присутствии метанола, 8-оксихинолилатом ванадия (V), ванадатом аммония и сульфосалициловой кислотой, *o*-нитробензальдегидом после предварительного окисления, с ванилином, а также по окрашиванию пламени сложными эфирами борной кислоты [7,9,20-29].

Использование предлагаемых методов и тест-систем ограничивается рядом причин. Во-первых, малой доступностью, в том числе из-за использования прекурсоров, и токсичностью реактивов. Во-вторых, предлагаемые тест-системы позиционируются производителем как «определители качества» бензина, но, по сути, позволяют установить наличие антидетонатора одного класса, что может ввести в заблуждение. Например, если для определения «качества» бензина использовалась тест-система на ФЦ и тест дал отрицательный результат, то это не означает, что в образце не окажутся ЦТМ или ММА. Как следствие, наметившееся использование комплексных антидетонационных присадок и добавок требует не только знания методов и наличия тест-системы на конкретную добавку или присадку, а специально разработанной процедуры, позволяющей проводить контроль образца, содержащего сложную смесь антидетонаторов.

Цель (задачи) исследования

Целью данного исследования является разработка эффективной и простой процедуры выявления альтернативного и/или фальсифицированного бензина по наличию в них добавок и/или присадок силами не имеющего специального химического образования автолюбителя или топливной лаборатории нижнего звена, в том числе в полевых условиях.

Основной материал исследования

Для реализации процедуры необходимы следующие доступные реактивы, лабораторная посуда и оборудование:

- насыщенный раствор оксид хлорида кальция (хлорной извести) или средство «Белизна» любого производителя;
- 3 %-ный раствор хлорного железа: 3,4 г шестиводного хлорного железа растворяют в 100 мл дистиллированной воды и подкисляют раствором соляной кислоты для предотвращения гидролиза. Полученный раствор имеет бледно-желтый цвет;

- борная кислота кристаллическая;
 - 10 %-ный раствор соляной кислоты (набор «Юный химик»);
 - 10 %-ный раствор серной кислоты (набор «Юный химик»);
 - 10 %-ный раствор гидроксида калия (набор «Юный химик»);
 - 1 %-ный раствор щавелевой кислоты: 1 г щавелевой кислоты растворяют в 100 мл дистиллированной воды;
 - настойка йода аптечного;
 - 5 %-ный водный раствор ферроцианида калия (желтая кровяная соль): 5 г желтой кровяной соли растворяют в 100 мл дистиллированной воды;
 - 15 %-ный водный раствор роданид калия (аммония): 15 г роданид калия (аммония) растворяют в 75 мл дистиллированной воды;
 - дистиллированная вода;
 - кварцевая лампа;
 - ареометры АН, АНТ-1 или АНТ-2 с диапазонами (кг/м³): 740-770, 710-770 и 750-830, соответственно;
 - цилиндр для ареометров;
 - фарфоровая чашка;
 - стеклянная палочка;
 - спиртовая горелка или сухой спирт;
 - пробирки с пробками из набора «Юный химик» или иная посуда (пенициллиновые пузырьки, мензурки и т.п.);
 - мерная пробирка с притертой пробкой на 100 мл, мерный цилиндр или другой мерный сосуд (пробирка, мензурка и т.п.), позволяющая наблюдать за изменением объемов несмешивающихся жидкостей;
 - бытовой холодильник с морозильной камерой или охлаждающие смеси [30];
 - активированный уголь.
- Методы исследования – качественный химический анализ, определение плотности с помощью ареометра и наблюдение за окрашиванием пламени при горении образца.

Процедура выявления фальсифицированного бензина состоит из следующих последовательно-параллельных стадий:

- визуальный осмотр;
- наблюдение за пламенем горящего образца;
- вымораживание;
- кварцевание;
- определение плотности при температуре 15 °С;
- проведение качественных реакций.

Поскольку согласно действующему ГОСТ 32513-2013 бензин должен быть чистым и прозрачным, окрашенное красителями горючее [1, п.4.4)] предварительно осветляют, взбалтывая

с активированным углем, и отфильтровывают, то визуальный осмотр позволяет предположить наличие в тестируемом объекте следующих присадок и добавок [1]:

- ФЦ, если топливо окрашено в интенсивный лимонно-желтый цвет;

- ММА, если бензин имеет темный оттенок. При стоянии интенсивность цвета такого суррогата постепенно усиливается. Кварцевание ускоряет процесс.

- ЦТМ, МЦТМ, если после стояния на солнце или облучения кварцевой лампой жидкость темнеет, и в ее объеме появляются хлопья черного цвета, постепенно осаждающиеся на дно емкости;

- КМТА (БТК, СБ, БТ и С), если жидкость имеет коричневый цвет различного оттенка, от светлого до темного тона. При стоянии и/или кварцевании такой суррогат становится темно-коричневым, из него выпадает осадок на дно и стенки емкости хранения;

- спиртов (других оксигенатов) в количествах, превышающих допустимые по ГОСТ, если бензин совершенно бесцветный, а не бледно-желтого цвета, как у товарного горючего.

Прежде чем приступать к химическим тестам следует провести «картинг-тест» на наличие воды и спирта [31-33].

Процедура выглядит следующим образом:

- заполняют пробирку или мерный цилиндр водой в объеме 25 % от общего объема мерной посуды;

- оставшиеся 75 % объема пробирки или цилиндра заполняют образцом топлива;

- пробирку или цилиндр закрывают пробкой (резиновой, полиэтиленовой или притертой стеклянной) и встряхивают, чтобы тщательно перемешать образец с водой;

- пробирку или цилиндр устанавливают в вертикальное положение и ожидают расслоения эмульсии. Если наблюдается смещение границы раздела водного и органического слоев вверх по пробирке или цилиндру, то это свидетельствует о наличии в данном топливе спиртов, которые из органического перешли в водный слой.

Можно ограничиться этой информацией, однако можно выполнить полуколичественную оценку содержания спиртов в контролируемом образце [32].

Если тест проведен в цилиндре на 100 мл, то исходные объемы, занимаемые топливом (F) и водой (W), будут равны 75 мл и 25 мл соответственно. Предположим, что после смешивания объем нижней (водной) фазы увеличился на величину D (мл) из-за перехода оксигенатов из образца в воду. Тогда количество бензина в об-

разце составит $F-D$ мл, а относительное содержание спирта – $D/F \cdot 100$.

Например, если граница раздела фаз переместилась на 5 мл, то процент воды и спирта в контролируемом образце составит величину $5/75 \cdot 100 = 6,7$ % [32].

Поскольку количество присутствующих спиртов не должно превышать, об. % [1]: 1 – для метилового спирта и 5 – для этилового спирта, то образец, взятый для примера, является фальсификатом. При еще большем содержании спиртов (до 10, 40 или 85 об. %) образцы отвечают альтернативным спиртосодержащим топливам (Е-10, Е-40 и Е-85).

Для выделения спиртов из углеводородных растворов вместо воды, как описано в процедуре, можно применить водные растворы калиевых, натриевых или аммониевых солей органических кислот: масляной, валериановой или других [34]. При этом процесс необходимо проводить при температурах в интервале 30-60 °С.

Присутствие спиртов в полученном водном слое подтверждают следующим образом. В фарфоровую чашку помещают небольшое количество борной кислоты, смачивают несколькими каплями водной вытяжки (вместо нее можно использовать непосредственно несколько капель контролируемого топлива) и перемешивают стеклянной палочкой. Полученную кашицу этой же палочкой вносят в пламя спиртовой горелки или сухого спирта. При этом летучие метилбораты, если в образце был метиловый спирт, окрашивают пламя в зеленый цвет, а этилбораты, если в образце был этиловый спирт, окрашивают в зеленый цвет только кайму пламени. Заметим, что проведение этого опыта требует определенных навыков, так как довольно трудно отличить аналитический эффект спиртов. Пламя альтернативного спиртосодержащего топлива практически не отличается от пламени этилового спирта.

Заметим, если цвет пламени голубой с бледно-лазурным оттенком, а в наружной части пламени с зеленым, то это может свидетельствовать о присутствии в пробе соединений свинца. Для проверки наличия свинца смешивают 20 мл контролируемого бензина с 20 мл аптечного йода и кипятят. Через некоторое время водную фазу выливают в фарфоровую чашку и упаривают до объема 5-10 мл, далее переливают в пробирку и оставляют для охлаждения. При наличии свинца по всему объему пробирки будут видны золотисто-желтые блески. Если пробирку нагреть до кипения, блески растворятся, но по мере охлаждения жидкости появятся снова.

Вместе с тем, появление фальсификатов со свинцовыми антидетонаторами маловероятно,

так как они запрещены к применению на территории России и Украины еще с 2003 г.

Возвращаясь к подтверждению присутствия этилового спирта в контролируемой пробе, следует применить самую доступную в быту методику – йодоформную пробу.

В пробирку с водной вытяжкой «картинг-теста» прибавляют 1-2 кристаллика йода, полученного из настойки аптечного йода. Смесь нагревают и подливают понемногу 10 %-ный раствор гидроксида калия до обесцвечивания избытка йода. Если в пробе присутствует этиловый спирт, то при охлаждении выпадают кристаллы йодоформа. При малой концентрации спирта явно ощущается лишь запах йодоформа, а кристаллы образуются после более или менее длительного стояния (например, на следующий день). Следует отметить, что топливо со значительным содержанием спиртов окрашивается йодом в коричневый цвет, тогда как бензин без оксигенатов – в сиреневый.

Наличие ФЦ в пробе выявляют с помощью раствора хлорного железа. К нескольким каплям пробы в лабораторной пробирке добавляют столько же капель слегка подкисленного 3 %-го раствора хлорного железа. Пробирку закрывают и интенсивно встряхивают. В случае присутствия ФЦ наблюдают изменение цвета водной фазы с бледно-желтого на ярко-зеленый. Помимо ФЦ хлорное железо реагирует с ММА. Поэтому при ином аналитическом эффекте из пробы следует удалить ММА – вымыть слабым раствором щавелевой кислоты. При наличии ММА водный слой вытяжки окрашивается в бледно-розовый цвет. Его отбрасывают, проверяют полноту экстракции ММА в отобранной части органической фазы, как описано ниже. При положительном эффекте экстракцию повторяют до полного удаления ММА, а наличие ФЦ определяют в органической фазе, как было описано.

Для определения ФЦ можно также добавить к 2-3 мл пробы столько же доступного окислителя, например, раствор хлорной извести или средство «Белизна», и несколько капель минеральной кислоты (происходит интенсивное выделение газа, соблюдать осторожность!). Наблюдается потемнение объема пробы, сопровождающее окисление иона Fe^{2+} ферроцена в гидратированный ион Fe^{3+} , присутствие которого подтверждают пробой с роданидом калия (аммония) или железистосинеродистым калием (желтая кровяная соль).

В первом случае в пробирку помещают 1 мл контролируемого образца, 2-3 капли 10 %-ного раствора HNO_3 и 1 мл 15 %-ного раствора роданида калия или аммония. При наличии ионов

Fe^{3+} появляется кроваво-красное окрашивание.

Во втором случае в пробирку вносят 2-3 капли контролируемого образца, добавляют 3-4 капли дистиллированной воды, 1-2 капли 10 %-ной соляной кислоты и 2 капли 5 %-ного раствора ферроцианида калия. В присутствии катионов Fe^{3+} образуется синий осадок или наблюдается окрашивание раствора в этот цвет, при малом содержании железа.

ММА в пробе обнаруживают следующим образом. К нескольким каплям пробы добавляют столько же капель насыщенного раствора хлорной извести или средства «Белизна» и интенсивно встряхивают. Затем добавляют несколько капель раствора минеральной кислоты (происходит интенсивное выделение газа, соблюдать осторожность!) и снова интенсивно встряхивают. При наличии ММА раствор приобретет интенсивно-синий цвет.

Наличие ЦТМ и/или МЦТМ в образце проявляется потемнением топлива и последующим выпадением в его объеме хлопьев черного цвета после стояния на ярком солнце или под действием излучения кварцевой лампы.

Суррогат, полученный с использованием КМТА (БТК, СБ, БТ и С), проще выявить нехимическими методами:

- измерением плотности исследуемого образца ареометром, так как эти компоненты характеризуются высокой плотностью. Если при 15 °С плотность контролируемого образца превышает 780 кг/м³, то он, скорее всего, является фальсификатом;

- вымораживанием, так как температура плавления бензола 5,5 °С. При температурах около минус 25 °С (в морозильной камере или охлаждающей смеси) можно наблюдать выпадение кристаллов бензола (кроме добавки С). Заметим, что эту процедуру следует проводить после того, как получены данные об отсутствии в образце воды, как показано ниже, или после ее удаления;

- по характеристике пламени горения. Поскольку молекулы, составляющие КМТА (БТК, СБ, БТ и С), по углеводородному составу имеют отношение СН близкое к 1:1, то требуют для полного сгорания много кислорода. Поэтому топливо, содержащее этот класс добавок, горит ярким и сильно коптящим пламенем.

Химическим способом подтвердить наличие КМТА (БТК, СБ, БТ и С) можно по реакциям на присутствие бензола, конденсированных ароматических углеводородов (например, нафталина) и/или серосодержащих соединений: тиофена и/или меркаптанов. Однако для их проведения потребуются ядовитые (цианид калия, формальдегид, соли свинца и/или ртути), а также мало-

доступные и токсичные, например изатин, а также отнесенные к прекурсорам (концентрированная серная кислота) реактивы, что выходит за рамки рассмотрения данной работы [35].

Коллоидную воду можно обнаружить вымораживанием, поместив закрытую прозрачную емкость с контролируемым образцом в морозильную камеру холодильника или в охлаждающую смесь при температуре не ниже минус 5 °С. Появление кристалликов льда будет свидетельствовать о наличии воды, бензол из образца, как сказано выше, будет кристаллизоваться при более низких температурах.

Выводы

Предложена процедура выявления альтернативного топлива и фальсификата автомобильного бензина по наличию в них добавок и/или присадок качественным химическим анализом с использованием доступных и безопасных реагентов, не внесенных в список прекурсоров. Простота выполнения процедуры делает ее доступной для применения в быту автолюбителем, не имеющим специальной подготовки и квалификации, и в лабораториях нижнего звена из-за их низкой оснащенности, в том числе в полевых условиях.

Список литературы

1. ГОСТ 32513–2013. Топлива моторные. Бензин неэтилированный. Технические условия. – Введ. 2015–01–01. – М.: Стандартинформ. – 2014. – 16 с.
2. Лозинский, Н.С. Как избежать заправки автомобиля фальсификатом / Н. С. Лозинский // Нефтепродукты. – 2013. – 28(728). – С. 6, 29(729). – С. 6.
3. Определение железа в автомобильном бензине / О.М. Панадий [и др.] // Химия и технология топлив и масел. – 1996. – № 5. – С.51.
4. Пат. 2267124 РФ, МПК⁷ G01N31/22, G01N21/78, G01N33/22. Колориметрический способ определения наличия железа в автомобильном бензине / Е.И. Алаторцев [и др.]; ФГУП «25 Государственный научно-исследовательский институт Министерства обороны Российской Федерации» (по применению топлив, масел, смазок и специальных жидкостей – ГосНИИ по химмотологии). – №2004130192/0; заявл. 13.10.2004; опубл. 27.12.2005. – 6 с.
5. Химический и физико-химический анализ бензинов, содержащих ароматические амины / Н.С. Лозинский, А.Н. Рокун, А.В. Павловский, Ю.А. Павловская, В.В. Ярошенко;

- Донец. нац. ун-т. – Донецк, 2008. – 63 с. – Библиогр.: с. 62-63. – Деп. в ГНТБ Украины. 04.04.08, № 30-Ук2008.
6. Володина, Г.Б. Лабораторный практикум по органической химии / Г.Б. Володина, И.В. Якунина. – Тамбов: Тамб. гос. техн. ун-т, 2004. – 80 с.
7. Лабораторные работы по органической химии: учеб. пособие для химико-технологических специальных вузов / Под ред. О.Ф. Гинзбурга и А.А. Петрова. Изд. 3-е. – М.: Высш. школа, 1974. – 286 с.
8. Бейерман, К. Определение следовых количеств органических веществ: пер. с англ. / К. Бейерман. – М.: Мир, 1987. – 29 с.
9. Майер, Г. Анализ и определение органических соединений: пер. с нем. / Г. Майер. – Л.: Онти-Химтеорет, 1937. – 457 с.
10. Пат. 2489715 РФ, МПК⁷ G01N33/22, G01N31/22. Способ определения монометиланилина в автомобильном бензине индикаторным тестовым средством / В.М. Островская, С.М. Сергеев, О.В. Шарапа; ФАУ «25 ГосНИИ химмотологии Минобороны России», ФГБУ науки «Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова Российской академии наук (ИОНХ РАН)». – №20121339689/15; заявл. 18.09.2012; опубл. 10.08.2013. – 9 с.
11. Пат. 2425366 РФ, МПК⁷ G01N33/22, G01N31/22. Способ качественного и количественного определения содержания монометиланилина в автомобильном бензине / Л. В. Красная [и др.]; ФАУ «25 ГосНИИ химмотологии Минобороны России». – №2010146581/15; заявл. 17.11.2010; опубл. 27.07.2011. – 7 с.
12. Steinke, E.D. Spectrophotometric determination of manganese in gasoline / E.D. Steinke, R.A. Jones, V. Brandt // *Analyt. Chem.* – 1961. – No. 1.Vol. 33. – P. 101-102.
13. Танаев, Н.А. Капельный метод / Н.А. Танаев – М.-Л.: Госхимиздат, 1954. – 272 с.
14. Пат. 2387993 РФ, МПК⁷ G01N33/22. Способ определения содержания воды в жидком топливе в бытовых условиях / П.В. Кузин, А.А. Жиздюк, В.А. Абрамов; ФГОУ профессионального образования «Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова». – № 2008149678/28; заявл. 16.12.2008; опубл. 27.04.2010. – 5 с.
15. Пат.2375713 РФ, МПК⁷ G01N33/22, G01N31/22. Химический сенсор для определения воды в моторных топливах / А.Е. Алыкова, Н.М. Алыков; ГОУВПО «Астраханский государственный университет». –

- № 2008134929/04; заявл. 26.08.2008; опубл. 10.12.2009. – 4 с.
16. Пат. 2185621 РФ, МПК⁷ G01N31/22, G01N33/18. Индикаторная бумага для определения границы и уровня раздела фаз нефтепродуктов и воды / В. М. Островская, В. Н. Кирпичников, С. И. Абдурагимов; ООО «Внедренческое научно-производственное предприятие «Экология, ракетная техника, околоземный Космос». – №2001100311/042007121941/04; заявл. 09.01.2001; опубл. 20.07.2002. – 7 с.
17. Пат. 2249207 РФ, МПК⁷ G01N33/22, B01D39/00. Индикатор качества жидкого углеводородного топлива / Ю.Н. Филатов [и др.]; ООО «Нанотехнологические материалы БАЛТИКА» (ООО «НТМ БАЛТИКА»), Научно-исследовательский физико-химический институт им. Л.Я. Карпова. – № 2003131001/15; заявл. 21.10.2003; опубл. 27.03.2005. – 4 с.
18. А.с. 1647402 СССР, МКИ³ G01 N 31/22. Водочувствительная паста / В.А. Кузнецов [и др.]; – № 4646610; заявл. 03.02.1989; опубл. 07.05.1991. Бюл. 17. – 2 с.
19. Пат. 2042132 РФ, МПК⁷ G01N33/22, B01D39/00. Водочувствительная паста для определения границы раздела воды с нефтепродуктами / В.А. Кузнецов, С.А. Альмендеев, Р.Б. Касаткин; Ульяновское высшее военно-техническое училище им. Богдана Хмельницкого. – № 92006437/04; заявл. 16.11.1992; опубл. 20.08.1995. – 4 с.
20. Критчфилд, Ф. Анализ основных функциональных групп в органических соединениях: пер. с англ. / Ф. Критчфилд. – М.: Мир, 1965. – 206 с.
21. Идентификация органических соединений: пер. с англ. / Р. Шрайнер [и др.]. – М.: Мир, 1983. – 703 с.
22. Органикум. Практикум по органической химии. Том II: пер. с нем. / Г. Беккер [и др.]. – М.: Мир, 1979. – 443 с.
23. Пат. 2258929 РФ, МПК⁷ G01N33/22. Способ определения содержания спирта в автомобильном бензине. - научно-исследовательский институт Министерства обороны Российской Федерации (по применению топлив, масел, смазок и специальных жидкостей ГосНИИ по химмотологии). – № 2004115399/04; заявл. 21.05.2004; опубл. 20.08.2005. – 5 с.
24. Файгль, Ф. Капельный анализ органических веществ: пер. с англ. / Ф. Файгль. – М.: Госхимиздат, 1962. – 836 с.
25. Kottász, J. A metilalkoholtartalom mikromeghatározása etilalkoholban és gyümölcs párlatokban. [Текст] / J. Kottász, K. Römer // Élelmezési ipar. – 1953. – F. 7, №11. – О. 347-351 (РЖХ.- 1955, №7. – 13029).
26. Мазор, Л. Методы органического анализа: пер. с англ. / Л. Мазор. – М.: Мир, 1986. – 584 с.
27. Satyanarayana, D. Vanadium (V) – sulphosalicylic acid complex as a reagent for the detection of alcohols / D. Satyanarayana, N. Kunnayya, V. Pandu Ranga Rao // Indian J. Chem. – 1963. – No. 3. Vol.1. – P. 141.
28. Бауер, К. Анализ органических веществ. – 2-е перераб. и доп. изд-е: пер. с нем./ К. Бауер. М.: Издатинлит, 1953. – 488 с.
29. Ходик, А.С. Об определении малых концентраций этилового алкоголя / А.С. Ходик // Аптеч. дело. – 1953. – № 2. Т.2. – С. 69-71.
30. Коростелев, П.П. Приготовление растворов для химико-аналитических работ. – 2-е перераб. и доп. изд-е / П.П. Коростелев. – М.: Наука, 1964. – 202 с.
31. Шурпаков, В.А. Классификация и технические требования к гоночным автомобилям «Карт» / В.А. Шурпаков, М.В. Селявко // Мн.: Белорусская федерация картинга, 2012. – 29 с.
32. Hebert, James W. Ethanol Fuel Testing. Determining ethanol content in blended gasoline fuels: [Электронный ресурс]. – <http://continuouswave.com/whaler/reference/ethanolTest.html>
33. James W. Hebert Determining ethanol content in blended gasoline fuels. Method of determining water and alcohol content in gasoline: [Электронный ресурс]. – <http://www.avalonpetroleum.com/phaseseparation.html>
34. Pat. 691688 Great Britain CI C07C29/74. Improvements in or relating to a process of separating organic oxygenated compounds from hydrocarbon solutions / applicant(s): STANOLIND OIL & GAS CO. – № GB19500004001.
35. Rosenthaler, L. Zur Prüfung von Petrolather, Benzin und Weingeist auf Benzol / L. Rosenthaler // Pharmac. acta helv. – 1958. – No.11-12. Vol. 33. – P. 858-859.

N.S. Lozynskyy /Cand. Sci. (Eng.)/

L.M. Litvinenko Institute of Physical-Organic Chemistry and Coal Chemistry (Donetsk)

L.R. Kuniskaya /Cand. Sci. (Chem.)/

THE PROCEDURE FOR IDENTIFYING ALTERNATIVE FUEL AND ADULTERATION OF GASOLINE

Background. A detailed review of the scientific and patent literature is made, dedicated to qualitative chemical analysis to identify alternative gasoline and adulterated fuel. It is established that adulterated gasoline can be identified by the presence in its composition of the compounds having effective anti-knock properties prohibited for use in transport. It is primarily ferrocene, manganese compounds, and the products of coke production – aromatic component of motor fuels, N-monomethylaniline and colloidal water. It is shown that the proposed methodology requires the use of reagents not readily available, toxic or included in the list of precursors.

Materials and/or methods. Research methods – qualitative chemical analysis, determination of density using the hydrometer and observing the coloration of the flames of the burning sample. Available reagents and laboratory glassware to the extent of the set of “Young Chemist”.

Results. The procedure for the identification of alternative fuels and adulteration of automobile gasoline by qualitative chemical analysis using readily available and safe reagents and substances not included in the list of precursors is proposed. According to the procedure alcohols are detected by the change in the volume of water extraction and flame coloration by esters of boric acid and iodoform reaction (ethyl alcohol); ferrocene – by a colour change of the aqueous solution of ferric chloride and potassium thiocyanate (ammonium) and potassium ferrocyanide after the sample treatment by sanitary means (“Belisna”); N-monomethylaniline – by staining samples after the treatment by “Belisna” and a solution of mineral acid; manganese antiknock – by the appearance of black flakes after irradiation of the sample by the light source. With the joint presence in the sample of ferrocene and N-monomethylaniline, the latter is eluted with 1 % solution of oxalic acid. In addition to the qualitative chemical analysis, the control procedure involves the fixation of the sample color as well as available physical and chemical methods – freezing to detect water and products of coke production, determination of density using hydrometer – for the detection of aromatic component of motor fuels, and observation of flame during combustion for the detection of alternative gasoline and the products of coke production. It is shown that the intense yellow color may indicate the presence of ferrocene in the sample; darker shade – the presence of N-monomethylaniline; brown with varying shades from light to dark tone – the presence of an aromatic component of motor fuels; the lack of coloring – a large number of alcohols.

Conclusion. The simplicity of the tests makes them available for performing in the home and laboratory conditions.

Keywords: alternative fuel, adulteration of gasoline, antiknock additives, high-quality chemical analysis.

Сведения об авторах

Н.С. Лозинский

Телефон: +380 (62) 311-68-69

+380 (66) 574-25-08

Эл. почта: lozinsky58@mail.ru

Л.Р. Куницкая

Телефон: +380 (50) 469-15-21

Эл. почта: larisakuniskaya@ukr.net

Статья поступила 18.07.2017 г.

© Н.С. Лозинский, Л.Р. Куницкая, 2017

Рецензент к.т.н., доц. И.Г. Дедовец

