

## ЛИТЕРАТУРА

1. Hesselbarth, H.W. Simulation of Recrystallization by Cellular Automata / H.W. Hesselbarth, I.R. Gobel, Simulation of Recrystallization by Cellular Automata // Acta Metallurgica et Materialia. – 1991. – Vol. 39, Iss. 9. – P. 2135-2143.
2. Volokitina, I. FEM-study of bimetallic wire deformation during combined ECAP-drawing / I. Volokitina, A. Volokitin, A. Naizabekov, E. Panin // Journal of Chemical Technology and Metallurgy. – 2021. – Vol. 56, Iss. 2. – P. 410-416.
3. DEFORM v12.1 System Documentation. SFTC, 2021 - 6130 p.

УДК 543.21.543.062

И.С. Бузакин<sup>1</sup>, Д.А. Порядина<sup>1</sup>, Т.А. Кучменко<sup>2</sup>,  
Д.В. Коноваленко<sup>1</sup>  
ВА РВСН имени Петра Великого, Серпухов, Россия  
<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «ВГУИТ», Воронеж, Россия

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОКИСЛИТЕЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ ДИЗЕЛЬНЫХ ТОПЛИВ С ПРИМЕНЕНИЕМ АНАЛИЗАТОРА ГАЗОВ НА ПЬЕЗОСЕНСОРАХ**

В настоящее время для определения состояния автомобильных топлив проводят три анализа: контрольный, полный, приемо-сдаточный [1].

Контрольный – при хранении топлива. Определяют три показателя только в лаборатории (плотность, кислотность, содержание фактических смол).

Полный анализ проводится только в аккредитованных лабораториях. Определяют 20 показателей качества на соответствие требованиям ГОСТ.

При поступлении топлива на АЗС, в вооруженных силах в «полевых условиях» проводят приемо-сдаточный анализ по одному показателю – плотность. Но данный показатель является малоинформативным. Не отражает состояние топлива.

Окислительную способность топлив оценивают по показателю содержание фактических смол. Для определения окислительной способности автомобильных топлив проводят исследование склонности дизельных топлив к образованию низкотемпературных отложений. Этот показатель входит в перечень полного и контрольного анализа и выполняется строго в лаборатории.

Для этого контролируют показатель «содержание фактических смол» ( $\text{мг}/100 \text{ см}^3$ ). При величине содержания фактических смол более  $40 \text{ мг}/100 \text{ см}^3$  применение дизельного топлива приведет к засорению сопла форсунок, ухудшению распыления или полному прекращению подачи топлива. Данный показатель является обязательным при выполнении полного и арбитражного анализа топлив [1].

Стандартный метод определения заключается в выпаривании образца испытуемого топлива под струёй водяного пара в условиях испытания на специальной установке. Такие условия делают стандартную методику непригодной для выполнения приемо-сдаточного и контрольного анализа из-за применения сложного и дорогостоящего аппаратного оформления.

Другим способом определения фактических смол в топливах является метод фракционной перегонки, заключающийся в нагревании пробы дизельного топлива до температуры кипения и последующего испарения жидкой фазы, отгонки и охлаждении летучей фракции фракций и измерении массы неиспаряемого остатка после перегонки [2, 3]. Время анализа составляет не менее 2 часов, сложность аппаратного оформления делает практически невозможным применение во внелабораторных условиях, в том числе в режиме «на месте».

Цель работы: разработать экспресс-способ определения фактических смол в дизельном топливе с применением анализатора газов на пьезосенсорах.

В качестве объектов исследования выбраны 8 образцов продукта «Топливо дизельное» марки Л-0,2-62 ГОСТ 305-82 «Топливо дизельное. Технические условия» разных производителей и дат розлива, предоставленных в автопарке ФВА РВСН им. Петра Великого (г. Серпухов, Россия).

Для всех проб измерены стандартные показатели: цетановое число; плотность при  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ ; кинематическая вязкость при  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ ; температура перегонки 50 % топлива; температура перегонки 96 % топлива; содержание фактических смол, мг на  $100 \text{ см}^3$  топлива; кислотность, мг КОН на 100 мл топлива; содержание водорастворимых кислот и щелочей; температура вспышки в закрытом тигле,  $^\circ\text{C}$ ; температура помутнения,  $^\circ\text{C}$ ; температура застывания,  $^\circ\text{C}$ ; содержание механических примесей и воды; испытание на медной пластине на соответствие требованиям ГОСТ 305-82.

В качестве измерительных элементов анализатора газов применяли пьезорезонаторы ОАВ-типа с серебряными электродами диаметром 5 мм и базовой частотой колебаний 10,0 МГц. Для измерения ча-

стоты колебания измерительных элементов применяли статический одноканальный анализатор газов «САГО» (ООО «Сенсорика-Новые Технологии», Россия) с персональным ПО для фиксирования частоты колебаний резонатора с шагом 1 Гц/с. Измеряли частоту колебания пьезорезонатора до нагрузки, после модификации пробой и после испарения летучей фракции в течение 5-10 с [3].

Предварительно определяли стандартные показатели качества для проб дизельного топлива Л-0,2-62, связанные с содержанием компонентов нефтяных фракций и других нелетучих соединений.

Установлено, что 3 образца из 8-ми представленных соответствуют требованиям по всем контролируемым показателям.

В 2-х образцах цетановое число ниже регламентированного значения, они характеризуются недостаточным самовоспламенением, из-за присутствия бензиновой фракции. В 2-х образцах цетановое число ниже заявленного, кинематическая вязкость и температура вспышки занижены среди выборки, кислотность и содержание фактических смол несколько выше средней по выборке. Этот образец можно охарактеризовать, как образец длительного хранения, его рекомендуется расходовать в первую очередь, так как в нем возможно образование низкотемпературных отложений.

Один образец характеризуется цетановым числом ниже нормативного значения согласно ГОСТ, а температура перегонки на 50% ниже средней по выборке. Предположительно в образец добавлена керосиновая фракция. Данное топливо рекомендуется эксплуатировать при более низких температурах.

Провели определение массы нелетучего осадка в образцах дизельного топлива с применением анализатора газов на пьезосенсорах. Для проверки правильности предлагаемого подхода, оценена корреляция результатов нового метода и полученных методом фракционной перегонки. Установлено, что коэффициент достоверности аппроксимации для данной зависимости составляет  $R^2 = 0,97$ . Таким образом, пробы, характеризующиеся наименьшей массой сухого остатка по методу пьезокварцевого микровзвешивания, имеют низкие значения показателя – «содержание фактических смол».

Положительно оценена возможность применения метода пьезокварцевого микровзвешивания для разработки экспрессного способа оценки нелетучего остатка дизельных топлив. Показана возможность быстрой оценки свойств топлива по стандартным показателям, которые соответствуют требованиям стандарта, но отражают особенности их состава.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Сафонов Л.С. Автомобильные топлива: Химмотология. Эксплуатационные свойства. СПб.: НПКИЦ, 2002. – 264 с.
2. ГОСТ 305-82 Топливо дизельное. Технические условия М.: Стандартиформ, 2003. 14 с.
3. Кучменко Т.А. Химические сенсоры на основе пьезокварцевых микровесов // Проблемы аналитической химии. М.: Наука, 2011. Т. 14. С.127-203.

UDC 543.552

A. A. Seluyanova, R. A. Zilberg  
Ufa University of Science and Technology, Ufa, Russia

### **HIGHLY EFFICIENT QUALITY CONTROL SYSTEMS FOR ENANTIOMER-PURE DRUGS ON THE BASIS OF SENSORS MODIFIED WITH TRANSITION METAL COMPLEX COMPOUNDS**

Recognition and determination of optically pure medicinal and biologically active compounds that are in demand in medicine, pharmaceuticals, food industry and other areas of human activity is one of the most important tasks of analytical chemistry. Recently, the main efforts in this area have been focused on the development of affordable and inexpensive devices that allow rapid analysis of enantiomerically pure drugs. This is fully consistent with potentiostats/galvanostats using enantioselective voltammetric sensors (EVS). An increase in the availability, reliability of recognition of enantiomers, sensitivity, and other characteristics is primarily provided by chiral selectors used to construct such sensors [1]. The range of compounds used as chiral selectors is very diverse, but only a small part of them provides the required combination of characteristics - reliability of recognition of enantiomers, sensitivity, reproducibility, stability, availability, and most importantly, ease of manufacture of EMU. In the latter case, the use of transition metal complexes Cu(II), Ni(II), and Co(III) with organic chiral ligands seems promising [2]. The structure of the chiral ligand with the coordination number of the complexing metal is of decisive importance for the selectivity and other characteristics of the EMU. At the same time, the cost of such complexes is much lower than that of modified cyclodextrins or chiral nanotubes. Thanks to the advances in synthetic organic chemistry, there are ample opportunities to control the properties of the resulting complexes by forming ligands of a given structure, geometry,