

УДК 543.068.8

МЕТОД ЭКСПРЕССНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ В МОТОРНОМ ТОПЛИВЕ

Ю. А. Очередко¹, А. В. Матвеев², А. А. Матвеева³

^{1,2}Астраханский государственный университет им. В. Н. Татищева, Астрахань, Россия

³Средняя общеобразовательная школа № 37, Астрахань, Россия

¹ORCID: 0000-0003-2919-5318

²ORCID: 0009-0008-5481-4129

³ORCID: 0009-0004-1236-61

Статья **поступила** 15.06.2023, **принята** к публикации 29.08.2023. Опубликована онлайн.

Аннотация. Предложен метод экспрессного определения металлов в моторном топливе, куда они могут попасть в составе антидетонационных присадок, а также в результате коррозии. Метод позволяет проводить определения вне лаборатории, а также без привлечения высококвалифицированных специалистов. В данном методе определения металлов сочетаются аналитические метрологические характеристики с экспрессностью и селективностью определения. Метод основан на визуальной контрастности цветового перехода при взаимодействии индикаторного средства с ионами марганца, железа и свинца, содержащимися в моторном топливе.

В основу положены хромогенные реакции марганца, железа и свинца с реагентами-индикаторами. Экспресс-определитель представляет собой стеклянные трубки,

наполненные индикаторным средством на носителе, в качестве носителя использовали мелкие гранулы силикагеля, а индикаторное средство для каждого иона определяемого металла готовили по определённым методикам. Индикаторный состав имеет высокую чувствительность к соединениям, содержащим в своем составе данные металлы, что позволяет обнаружить их в пробе моторного топлива с высокой точностью.

С помощью экспресс-метода можно определить металлы вне лабораторных условий, на заправочных станциях, базах, хранилищах и других предприятиях, производящих и потребляющих моторные топлива.

Ключевые слова: моторное топливо, ферроцены, цимантрены, тетраэтилсвинец, антидетонаторы, индикатор, экспресс-определитель, гранулы силикагеля

METHOD OF EXPRESS DETERMINATION OF THE HEAVY METAL CONTENT IN MOTOR FUEL

Julia A. Ocheredko¹, Alexey V. Matveev², Anastasia A. Matveeva³

^{1,2} Astrakhan State University named after V. N. Tatishchev, Russia, Astrakhan

³Secondary school No. 37, Russia, Astrakhan

Abstract. A method of express determination of metals in motor fuel is proposed. These metals can get there in the composition of anti-knock additives

or as a result of corrosion. The method allows making determinations outside the laboratory without involving highly qualified specialists.

This method of metal determination combines analytical metrological characteristics with expressiveness and selectivity of determination. The method is based on the visual contrast of the color transition during the interaction of the indicator agents with manganese, iron and lead ions contained in motor fuel. It is based on chromogenic reactions of manganese, iron and lead with indicator agents. The express determinant is a glass tube filled with an indicator agent on a carrier. Small granules of silica gel were used as a carrier; an indicator agent for each metal ion was prepared according to certain methods. The indicator composition has a high sensitivity to compounds containing these metals in its composition. It is possible to detect them in a sample of motor fuel. Using the express method, it is possible to determine metals outside the laboratory conditions, at petrol stations, bases, storage facilities and other enterprises that produce and consume motor fuels.

Keywords: motor fuel, ferrocene, cymantrene, tetraethyl lead, antiknock agents, indicator, express determinant, silica gel granules

Актуальность проблемы качества моторного топлива в настоящее время немаловажна. Это связано с тем, что в течение длительного времени эксплуатации у различных видов транспорта, как наземного и воздушного, так и водного, при нарушении норм изготовления и превышения допустимых концентраций различных примесей приводит к неблагоприятным последствиям. К таким последствиям относят быстрый износ двигателей, нарушение работы топливных систем, увеличение смолообразования, оседание этих смол на клапанах двигателя, образование нагара на свечах зажигания и т.д.

К примесям, содержащимся в моторном топливе, можно отнести антидетонационные присадки. Введение присадок является наиболее дешёвым и эффективным способом повышения детонационной стойкости бензинов. Детонационная стойкость – главный показатель качества топлива. Соответствие требованиям детонационной

стойкости зависит от природного химического состава нефти и технологии получения из нее топлива, а также от ввода соответствующих присадок [1].

Одной из групп таких антидетонационных присадок являются так называемые металлоцены–цимантрены (соединения марганца), ферроцены (соединения железа), тетраэтилсвинец (соединение свинца). Превышение допустимых концентраций цимантронов и ферроценов приводит к неблагоприятным последствиям, которые упомянуты выше, а наличие тетраэтилсвинца и вовсе запрещено [2].

Нельзя не учитывать и негативное влияние этих соединений на окружающую среду, куда они могут попасть с продуктами сгорания топлив. Ежегодно в атмосферу, почву, воду выбрасываются миллионы тонн вредных веществ, которые негативно влияют на здоровье человека. Так, установленные предельные допустимые концентрации в атмосферном воздухе населённых мест, которые составляют: марганца 0,01 мг/м³; железа 0,04 мг/м³; свинца 0,001 мг/м³. Соединения последнего и вовсе относятся к первому классу опасности [3].

В связи с этим 1 июля 2003 года был принят Федеральный закон «О запрете производства и оборота этилированного автомобильного бензина в РФ», согласно которому в целях предотвращения вредного воздействия на здоровье человека и окружающую среду производство и оборот этилированного автомобильного бензина в Российской Федерации запрещаются. То есть, содержание тетраэтилсвинца совершенно не допустимо.

Однако некоторые недобросовестные производители экономят на качестве бензина и добавляют в него вредные свинецсодержащие антидетонационные присадки с целью повышения октанового числа бензина. Это является правонарушением и влечёт за собой административное наказание [4].

В целях уменьшения вредного воздействия транспортных средств на окружающую среду установлены обязательные требования к качеству моторных топлив, которые изложены в техническом регламенте «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и топочному мазуту» [5].

Нами были изучены уже имеющиеся способы анализа проб топлива, но все они требуют дорогостоящего оборудования, высококвалифицированных специалистов, агрессивных температур и т.д. Это привело нас к созданию экспресс-метода [6-16].

В основе экспресс-метода определения металлов лежат хромогенные реакции. В основе определения марганца лежит реакция, в ходе которой ион марганца взаимодействует с метапериодатом калия и изменяет окраску из белого в бурый (рис.1).

В основе определения железа лежит реакция ионов железа с о-фенантролином, образующим с железом (II) красный комплекс (рис.2).

В основе определения свинца также лежит хромогенная реакция, в ходе которой ион свинца (II) взаимодействует с 4-(2-пиридилазо)резорцином и изменяет окраску из оранжевого в красный (рис.3).

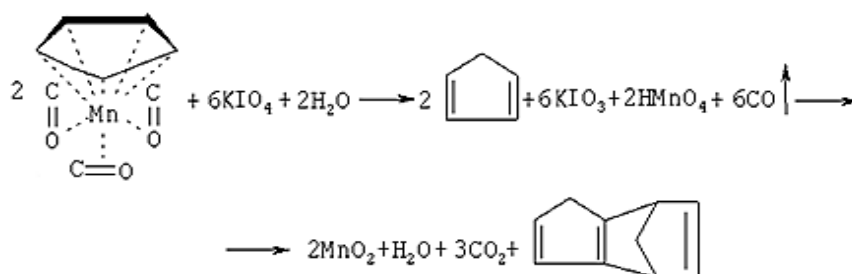


Рисунок 1. Схема взаимодействия цимантрена с метапериодатом калия

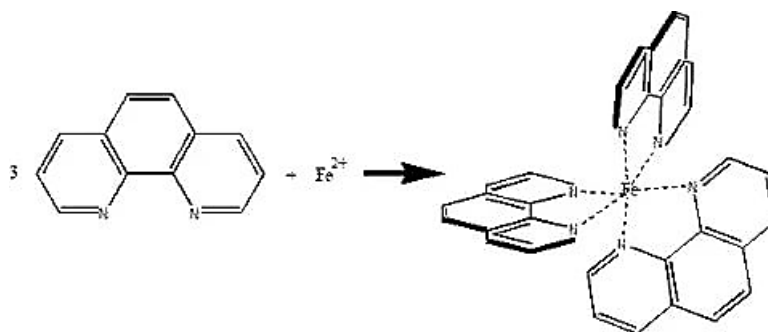


Рисунок 2. Схема взаимодействия о-фенантролина с ионом железа (II)

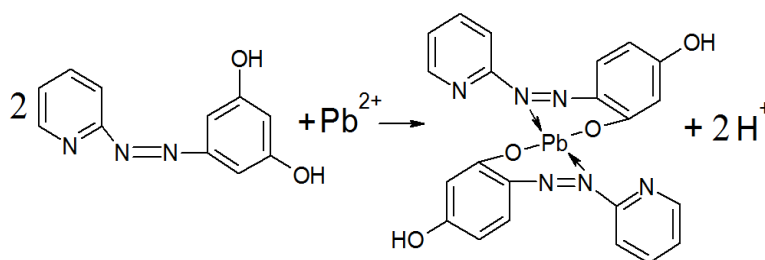


Рисунок 3. Схема взаимодействия 4-(2-пиридилазо)резорцина с ионом свинца (II)

Предлагаемый экспресс-определитель представляет собой стеклянные трубки, наполненные индикаторным средством на носителе, в качестве носителя использовали мелкие гранулы силикагеля, а индикаторное средство для каждого иона определяемого металла готовили по определённым методикам, представленным ниже.

Для определения марганца готовили раствор 6,55% KIO_4 , затем адсорбировали его на силикагель. Полученную суспензию отфильтровали, и фильтр с модифицированным силикагелем поместили в сушильный шкаф. После полного высушивания силикагеля заполнили им стеклянные трубки с внутренним диаметром 5 мм на 100 мм по высоте.

Для построения градуировочного графика готовили растворы, содержащие ион марганца в различной концентрации. После чего 1 см³ раствора пропускали через трубку, наполненную модифицированным силикагелем. Спустя 2 минуты, когда весь силикагель пропитался раствором марганца, измеряли длину окрашенной зоны.

Концентрации марганца, используемые для построения градуировочного графика, и полученные при анализе длины окрашенных зон приведены в таблице 1.

По полученным данным построили градуировочный график зависимости длины окрашенной зоны предложенного индикатора от концентрации марганца в растворе (рис. 4) [3].

Таблица 1

Концентрация марганца и получаемая длина окрашенной зоны

Концентрация Mn^{2+} в растворе, мг/дм ³	23,43	20,56	18,11	16,06	13,37
Длина окрашенной зоны, мм	67	61	56	51,5	46

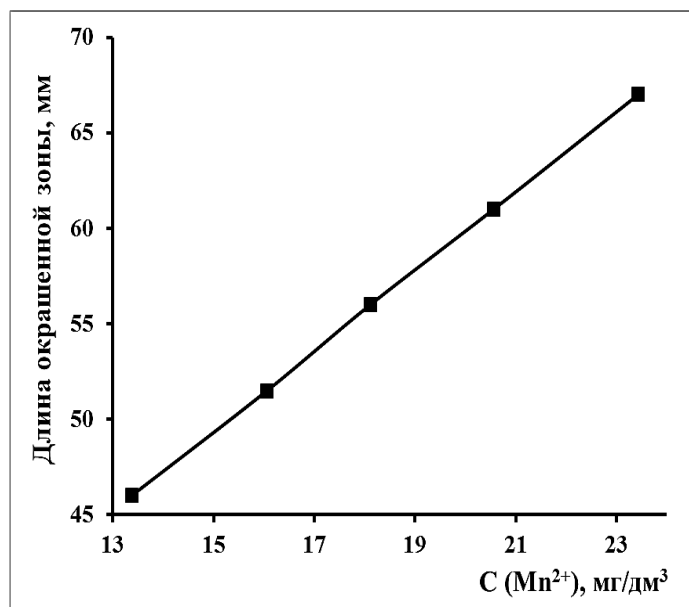


Рисунок 4. Градуировочный график зависимости длины окрашенной зоны предложенного индикатора от концентрации марганца

Для определения железа готовили раствор 1%-го фенантролина, затем адсорбировали его на силикагель.

Полученную суспензию отфильтровали и фильтр с модифицированным силикагелем поместили в сушильный шкаф.

После полного высушивания силикагеля заполнили им стеклянные трубки с внутренним диаметром 5 мм на 100 мм по высоте.

Для построения градуировочного графика готовили растворы, содержащие ион железа (II) в различной концентрации. После чего 1 см³ раствора пропускали через трубку, наполненную модифицированным силикагелем. Спустя 2 минуты, когда весь силикагель пропитался раствором железа (II), измеряли длину окрашенной зоны.

Концентрации железа (II) в растворах, используемые для построения градуировочного графика, и полученные при анализе длины окрашенной зоны приведены в таблице 2.

По полученным данным построили градуировочный график зависимости длины окрашенной зоны предложенного индикатора от концентрации железа в растворе (рис. 5) [7].

Таблица 2

Концентрация железа и получаемая длина окрашенной зоны

Концентрация Fe ²⁺ в растворе, мг/дм ³	20	30	37	45	55
Длина окрашенной зоны, мм	24	31,5	37	42,5	49

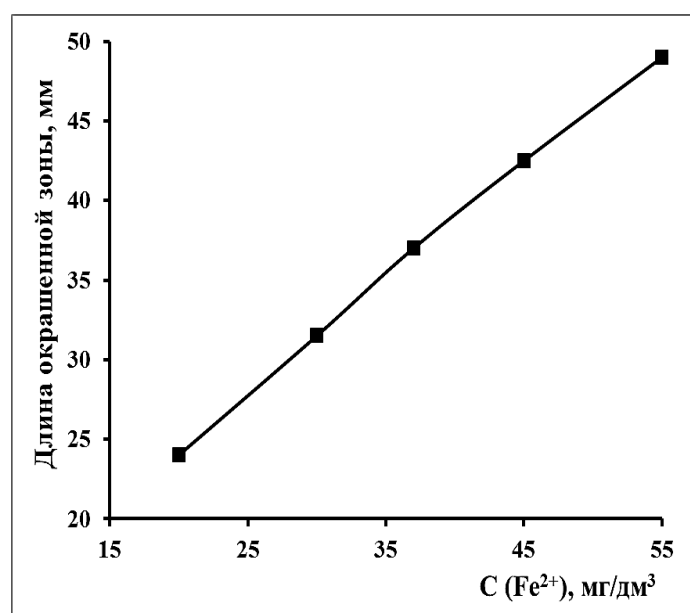


Рисунок 5. Градуировочный график зависимости длины окрашенной зоны предложенного индикатора от концентрации железа

Для определения свинца готовили раствор 4-(2-пиридилазо)резорцина с концентрацией 0,2% (масс.) и адсорбировали на силикагель. Полученную суспензию отфильтровали и фильтр с модифицированным силикагелем поместили в сушильный шкаф. После полного высушивания силикагеля заполнили им стеклянные трубки с внутренним диаметром 5 мм на 100 мм по высоте.

Для построения градуировочного графика готовили растворы, содержащие ион свинца (II) в различной концентрации. После чего 1 см³ раствора пропускали через трубку, наполненную модифицированным силикагелем. Спустя 2 минуты, когда весь силикагель пропитался раствором свинца (II), измеряли длину окрашенной зоны.

Длины окрашенных зон, зависящие от концентрации свинца (II), полученные при анализе, приведены в таблице 3.

По полученным данным построили градуировочный график зависимости длины

окрашенной зоны предложенного индикатора от концентрации свинца в растворе (рис.6) [8].

Таблица 3

Концентрация свинца и получаемая длина окрашенной зоны

Концентрация Pb^{2+} в растворе, мг/дм ³	0,1	0,05	0,025	0,0125	0,005
Длина окрашенной зоны, мм	74	47	32	23	18

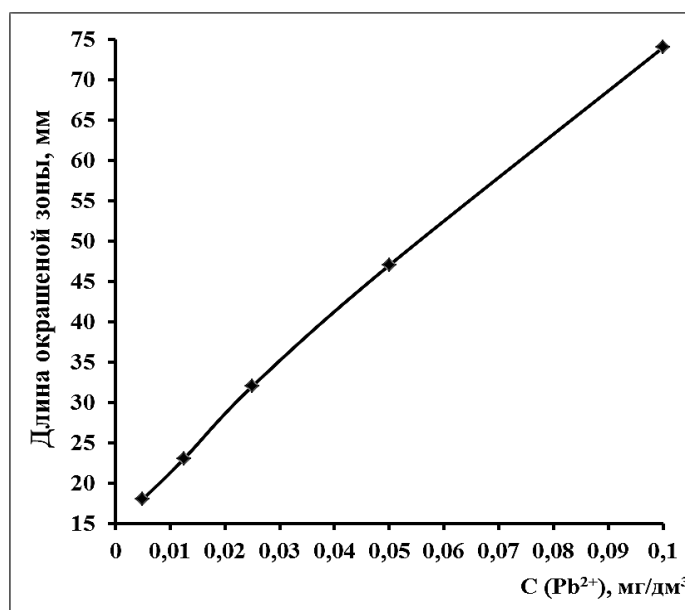


Рисунок 6. Градуировочный график зависимости длины окрашенной зоны предложенного индикатора от концентрации свинца

На графиках зависимости, представленных на рис. 4-6, видно, что полученные данные имеют линейный вид зависимости. На всех градуировочных графиках с увеличением концентрации иона металла увеличивается длина окрашенной зоны, что и стало основой предложенного метода.

Для определения железа и марганца в пробе бензина необходимо через стеклянную трубку, наполненную модифицированным силикагелем, пропустить 1 см³ раствора и спустя 2 минуты, когда весь силикагель пропитается пробой анализируемого бензина, измерить длину окрашенной зоны.

Определение свинца в пробе бензина является более сложным. Пробу бензина разбавляют метилизобутилкетонем и стабилизируют компоненты алкилсвинца с использованием реакции четвертичного аммония с йодом и солью. Тем не менее, все эти действия можно произвести в шприце и затем также пропустить полученный раствор через трубку с индикаторным средством.

Для определения точной концентрации металла в пробе используют градуировочный график, т.е. сопоставляют длину окрашенной зоны и концентрацию металла.

Чтобы определить концентрации этих металлов предложенным методом, необходимо пробу исследуемого бензина пропустить через трубку, и по длине окрашенной зоны, так называемой тест-зоны, судить о содержании марганца, железа и свинца в анализируемой пробе.

Таким образом, с помощью предложенного метода появилась возможность точно, быстро и просто, вне лабораторных условий определить соединения марганца, железа и свинца в моторных топливах [17-20].

Список литературы

1. Мановян А. К. Технология первичной переработки нефти и природного газа: учебное пособие для вузов. / А. К. Мановян. — 2-е изд. стереотипное — Москва: Химия, 2001. — 568 с.
2. Ахметов С. А. Технология глубокой переработки нефти и газа: учебное пособие для вузов / Ахметов С. А. — Уфа: Гилем, 2002. — 672 с.
3. ГН 2.1.6.1338-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест: Государственные санитарно-эпидемиологические правила и нормативы: издание официальное: утверждены и введены в действие Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации. Первым заместителем Министра здравоохранения Российской Федерации от 30 05 03, № 114 с 25 июня 2003 г. / Разработаны коллективом авторов в составе: М.А. Пинигин, Л.А. Тепкина, С.М. Новиков и т.д. — Москва: Минздрав России, 2003. — 86 с.— Текст: непосредственный.
4. Российская Федерация. Законы. О запрете производства и оборота этилированного автомобильного бензина в Российской Федерации: Федеральный закон № 34-ФЗ: [принят Государственной думой 7 марта 2003 года: одобрен Советом Федерации 12 марта 2003 года]. — Москва, Кремль, 2003. — 1 с. — Текст: непосредственный.
5. О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и топочному мазуту: Технический регламент Российской Федерации: издание официальное: утвержден и введен в действие постановлением Правительства Российской Федерации от 27 февраля 2008 г. № 118 — Москва, 2008. — 12 с.— Текст: непосредственный.
6. ГОСТ Р 51925-2011 Бензины. Определение марганца методом атомно-абсорбционной спектроскопии : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 ноября 2011 г. № 652-ст : введен взамен ГОСТ Р 51925-2002 : дата введения 2013-07-01 / подготовлен Техническим комитетом по стандартизации ТК 31 «Нефтяные топлива и смазочные материалы». — Москва: Стандартинформ, 2012. — 8 с.— Текст: непосредственный.
7. ГОСТ Р 52530-2006 Бензины автомобильные. Фотоколориметрический метод определения железа: национальный стандарт Российской Федерации: издание официальное: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 9 марта 2006 г. №27-ст: введен впервые: дата введения 2007-01-01 / разработан ОАО «Всероссийский научно-исследовательский институт по переработке нефти» — Москва: Стандартинформ, 2007. — 6 с.— Текст: непосредственный.
8. ГОСТ Р 51942-2010 Бензины. Определение свинца методом атомно-абсорбционной спектроскопии : национальный стандарт Российской Федерации: издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 декабря 2010 г.

№1122-ст : введен взамен ГОСТ Р 51942—2002 : дата введения 2012-07-01 / подготовлен Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский центр стандартизации, информации сырья, материалов и веществ» — Москва : Стандартинформ, 2012. — 8 с.— Текст: непосредственный.

9. ГОСТ Р 8.783-2012 Бензин автомобильный. Прямой метод определения свинца, желе-за и марганца : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 15 ноября 2012 г. № 876-ст: введен впервые : дата введения 2014-01-01 / разработан Федеральным государственным унитарным предприятием Всероссийским научно-исследовательским институтом расходомерии — Москва : Стандартинформ, 2014. — 8 с.— Текст: непосредственный.

10. ГОСТ 28828-90 Бензины. Метод определения свинца: национальный стандарт Российской Федерации: издание официальное: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28.12.90 № 3449: введен впервые: дата введения 1992-01-01 / разработан Министерством химической и нефтеперерабатывающей промышленности СССР — Москва: Стандартинформ, 1992. — 6 с.— Текст: непосредственный.

11. Понадий О.М. Определение железа в автомобильном бензине / Понадий О.М., Емельянов В.Е., Александрова Е.В., Оноиченко С.Н. // Химия и технология топлив и масел. — 1996. - №5. - 51 с.

12. Островская В.М. Экспрессное тест-определение железа (II) в водных средах реакгент-ной индикаторной бумагой / Островская В.М., Давидовский Н.В., Прокопенко

О.А., Манышев Д.А. // Журнал аналитической химии. — 2004. - т.59, №9. - 979-981 с.

13. Патент № 2103678 Российская Федерация, МПК G01N 31/22 (2006.01) Пластина для анализа компонентов жидких сред тест-методом: № 95112023/04 заявл. 11.07.1995; опубл. 27.01.1998 / Амелин В.Г.— 5 с.: ил. — Текст: непосредственный.

14. Патент № 2249814 Российская Федерация, МПК B22D 11/115(2006.01) Способ определения содержания свинца в бензине, индикаторный состав для его осуществления и способ получения индикатора на носителе для определения содержания свинца в бензине: № 2005130798/02 заявл. 2005.10.04 опубл. 10.04.2005. /Дедов А.Г., Зрелова Л.В., Некрасова В.В., Филиппенкова Н.М., Небога С.В., Котова Н.Н., Мясоедов Б.В., Кузьмин С.Т.— 11 с.: ил. — Текст: непосредственный.

15. Патент № 2 088 917 Российская Федерация, МПК G01N 31/22 (2006.01) Способ определения железа реактивной индикаторной бумагой: № 94042651/04, заявл. 1994.11.29 опубл. 1997.08.27. / Виноградов В.Ю., Островская В.М., Королев Ю.С. — 5 с.: ил. — Текст: непосредственный.

16. Левин А. А. Определение марганца в бензинах методом ИК-спектроскопии / Левин А.А., Лихтеров С.Д. // Междунар. науч.-техн. конф. «Проблемы разработки, производства, оценки соответствия и применения горючесмазочных материалов и технических средств нефтепродуктообеспечения». - Москва, 2008. - 216-217 с.

17. Котлова А. А. Определение содержания железа и марганца в моторном топливе / Котлова А. А., Белоус И. А., Княшко А. В. [и др.] // Журнал фундаментальных и прикладных исследований «Естественные науки» — Астрахань, 2017. - №2 (59) — 97-102с.

18. Котлова А. А. Определение содержания железа в моторном топливе / Котлова А. А., Очередко Ю. А. // Инновации и перспективы современной науки. Естественные

науки. Сборник трудов молодых ученых. – Астрахань, 2018. – 207с.

19. Kotlova A. A. Identification of lead compounds in the engine fuel / Kotlova A. A., Ocheredko Y. A. // Scientific discussion VOL 1, No 17 - Praha, Czech Republic, 2018. – 78 с.

20. Котлова А. А. Определение содержания в бензине металлов, используемых в антидетонационных присадках / Котлова А. А. // Химия и химическая технология в XXI веке : материалы XXI междунар. науч.-практ. конф. имени профессора А.П. Кулёва студентов и молодых ученых 20–23 мая 2019 г. – Томск, 2019. – 634 с.

References

1. Manovyan A.K. Tekhnologiya pervichnoy pererabotki nefti i prirodnogo gaza: Uchebnoe posobie dlya vuzov. [Technology of primary processing of oil and natural gas: A textbook for universities.] 2-e izd. – M.: Khimiya, 2001. – 568s. In Russ.

2. Akhmetov S.A. Tekhnologiya glubokoi pererabotki nefti i gaza: uchebnoe posobie dlya vuzov. [Technology of deep processing of oil and gas. Textbook for universities.] / Akhmetov S. A. – Ufa: Gilem, 2002. – 672 p. In Russ.

3. GN 2.1.6.1338-03. Maximum permissible concentrations (MPC) of pollutants in the atmospheric air of populated areas: State sanitary and epidemiological rules and regulations: official publication: approved and put into effect by the Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation. First Deputy Minister of Health Protection of the Russian Federation dated 30 05 03, No. 114 since June 25, 2003 / Developed by a team of authors consisting of M. A. Pinigin, Latepikin, S. M. Novikov, etc. — Moscow: Ministry of Health of Russia, 203. — 86 p. — Text: direct. In Russ.

4. The Russian Federation. Laws. On the prohibition of the Production and turnover of leaded gasoline in the Russian Federation: Federal Law No. 34-FZ: [adopted by the State Duma on March 7, 2003: approved by the

Federation Council on March 12, 2003]. – Moscow, Kremlin, 2003. – 1 p. – Text: direct. In Russ.

5. On the requirements for automobile and aviation gasoline, diesel and marine fuel, jet engine fuel and fuel oil: Technical Regulations of the Russian Federation: official publication: approved and put into effect by the Decree of the Government of the Russian Federation of February 27, 2008 No. 118 — Moscow: 208. — 12 p.— Text: direct. In Russ.

6. GOST R 51925-2011. Benziny. Opre-delenie marganca metodom atomno-absorbcionnoj spektroskopii [Gasolines. Determination of manganese by method of atomic absorption spectroscopy]: National Standard of the Russian Federation: official publication: approved and put into effect by Order of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology dated November 30, 2011 No. 652-st: introduced instead of GOST R 51925-2002: date of introduction 2013-07-01 / prepared by the Technical Committee for Standardization TC 31 "Petroleum Fuels and lubricants". — Moscow: Standartinform, 2012. — 8 p.— Text: direct. In Russ.

7. GOST R 52530-2006. Benziny avtomobil'nye. Fotokolorimetricheskiy metod opredeleniya zheleza [Automotive gasolines. Photocolorimetric method of iron determination]: National Standard of the Russian Federation: official publication: approved and put into effect by Order of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology dated March 9, 2006 No. 27-st: introduced for the first time: date of introduction 2007-01-01 / developed by JSC "All-Russian Scientific Research Institute for Oil Refining" — Moscow: Standartinform, 2007. — 6 p. — Text: direct. In Russ.

8. GOST R 51942-2010. Benziny. Opre-delenie svinca metodom atomno-absorbcionnoj spektroskopii [Gasolines. Determination of lead by method of atomic absorption

spectrometry]: National Standard of the Russian Federation : official publication : approved and put into effect by Order of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology dated December 27, 2010 No. 1122-st : introduced instead of GOST R 51942-2002 : date of introduction 2012-07-01 / prepared by the Federal State Unitary Enterprise "All-Russian Research Center standardization, information of raw materials, materials and substances" — Moscow : Standartinform, 2012. — 8 p. — Text: direct. In Russ.

9. GOST R 8.783-2012. Benziny avtomobil'nyj. Pryamoj metod opredeleniya svinca, zheleza i marganca [Automobile gasoline. Direct method of lead, iron and manganese determination]: National Standard of the Russian Federation: official publication: approved and put into effect by Order of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology dated November 15, 2012 No. 876-st: introduced for the first time: date of introduction 2014-01-01 / developed by the Federal State Unitary Enterprise All-Russian Research Institute of Flowmetry — Moscow: Standartinform, 2014. — 8 p.— Text: direct.

10. GOST 28828-90. Benziny. Metod opredeleniya svinca [Gaselines. Method for determination of lead]: National Standard of the Russian Federation: official publication: approved and put into effect by Order of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology dated 12/28/90 No. 3449: introduced for the first time: date of introduction 1992-01-01 / developed by the Ministry of Chemical and Oil Refining Industry of the USSR — Moscow: Standartinform, 1992. — 6 p. — Text: direct. In Russ.

11. Ponadiy O.M., Emelyanov V.E., Aleksandrova E. V., Onoychenko S. N. Opredelenie zheleza v avtomobilnom benzine [Determination of iron in motor gasoline]. Khimiya i tekhnologiya topliv i masel [Chemistry and Technology of Fuels and Oils], 1996, № 5, p. 51. In Russ.

12. Ostrovskaya V.M. et al. Ekspressnoe test-opredelenie zheleza (II) v vodnykh sredakh reagentnoy indikatornoy bumagoy [Express test-determination of iron (II) in aqueous media by reagent indicator paper]. Zhurnal analiticheskoy

khimii [Journal of Analytical Chemistry], 2004, vol. 59, no. 9, pp. 979–981. In Russ.

13. Patent No. 2103678. Russian Federation, IPC G01N 31/22 (2006.01). Plastina dlya analiza komponentov zhidkih sred test-metodom [Plate for analysis of the components of liquid media by the test method]: No. 95112023/04 Appl. 07/11/1995; publ. 01/27/1998 / Amelin V.G. - 5 p. — Text: direct. In Russ.

14. Patent No. 2249814. Russian Federation, IPC B22D 11/115(2006.01) Sposob opredeleniya soderzhaniya svinca v benzine, indikatornyj sostav dlya ego osushchestvleniya i sposob polucheniya indikatora na nositele dlya opredeleniya soderzhaniya svinca v benzine. [Method for determining the lead content in gasoline, indicator composition for its implementation and method for obtaining an indicator on a carrier for determining the lead content in gasoline]: No. 2005130798/02 application 2005.10.04 publ. 10.04.2005. / Dedov A.G., Matrelova L.V., Nekrasova V.V., Filippenkova N.M., Neboga S.V., Kotova N.N., Myasoedov B.V., Kuzmin S.T.— 11 p. — Text: direct. In Russ.

15. Patent No. 2,088,917. Russian Federation, IPC G01N 31/22 (2006.01) Sposob opredeleniya zheleza reaktivnoi indikatornoi bumagai [Method for determining iron with reactive indicator paper]: No. 94042651/04, application 1994.11.29 publ. 1997.08.27. / Vinogradov V.Y., Ostrovskaya V.M., Korolev Yu.S. — 5 p. — Text: direct. In Russ.

16. Levin A.A., Likhterov S.D. Opredelenie margantsa v benzinakh metodom IK spektroskopii [Determination of manganese in gasolines by IR spectroscopy]. Problemy razrabotki, proizvodstva, otsenki sootvetstviya i primeneniya goryuchsmazochnykh materialov i tekhnicheskikh sredstv nefteproduktobespecheniya [Problems of development, production, conformity assessment and application of combustible-lubricating materials and technical means of oil products supply]. Moscow, 2008, pp. 216–217. In Russ.

17. Kotlova A.A. Opredelenie soderzhaniya zheleza i marganca v motornom toplive [Determination of iron and manganese content in motor fuel] / Kotlova A.A., Belous I.A., Kiyashko A.V. Zhurnal fundamental'nyh i prikladnyh issledovanii «Estestvennye nauki» [Journal of

Fundamental and Applied Research "Physical sciences"] – Astrakhan, 2017. – No. 2 (59) – 97- 102p. In Russ.

18. Kotlova A.A. Opređenje soderzhaniya zheleza v motornom toplive. [Determination of iron content in motor fuel] / Kotlova A.A., Ocheredko Y.A. // Innovacii i perspektivy sovremennoj nauki. Estestvennye nauki. Sbornik trudov molodyh uchenyh. [Innovations and prospects of modern science. Physical sciences. Collection of works of young scientists. - Astrakhan, 2018. - 207p. In Russ.

19. Kotlova A. A. Identification of lead compounds in the engine fuel / Kotlova A. A., Ocheredko Y. A. // Scientific discussion VOL 1, No 17 - Praha, Czech Republic, 2018. – 78 c. In Eng.

20. Kotlova A. A. Opređenje soderzhaniya v benzine metallov, ispol'zue-myh v antidetonacionnyh prisadkah [Determination of the content of metals used in anti-knock additives in gasoline]/ Kotlova A. A. // Khimiya i khimicheskaya tekhnologiya v XXI veke: materialy XXI mezhdunar. nauch.-prakt. konf. imeni professora L.P. Kulyova studentov i molodyh uchenyh [Chemistry and chemical technology in the XXI century: materials of the XXI International Scientific and Practical Conference named after Professor L.P. Kulev students and young scientists 2019] – Tomsk: 2019. – 634 p. In Russ.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ/ ABOUT THE AUTHORS

Очередко Юлия Александровна, канд. техн. наук, доцент кафедры аналитической и физической химии, доцент, ФГБОУ ВО «АГУ им. В. Н. Татищева», 4140001, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, jocheredko@yandex.ru

Матвеев Алексей Владимирович, магистрант 1 года обучения химического факультета, ФГБОУ ВО «АГУ им. В. Н. Татищева», 4140001, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, cccr93_93@mail.ru

Матвеева Анастасия Александровна, учитель химии, Муниципальное бюджетное образовательное учреждение г. Астрахани «Средняя общеобразовательная школа №37» (МБОУ г. Астрахани «СОШ №37»), 4140001, г. Астрахань, ул. Боевая 81, кор.1, bnastysha@yandex.ru

Yuliya A. Ocheredko, Ph.D. (Engineering), Associate Professor, Astrakhan State University named after V. N. Tatishchev, 4140001, 1 Shaumyana Sq., Astrakhan, Russia

Alexey V. Matveev, 1-year Master's student of the Faculty of Chemistry, Astrakhan State University named after V. N. Tatishchev, 4140001, 1 Shaumyana Sq., Astrakhan, Russia

Anastasia A. Matveeva, chemistry teacher, Astrakhan Secondary school No. 37, 414021, 81 Boevaya St., Astrakhan, Russia