

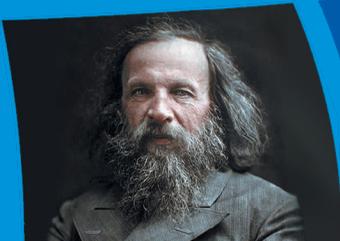
ISSN 2687-0886

ЭТАЛОНЫ СТАНДАРТНЫЕ ОБРАЗЦЫ

Том
Vol. **20**

№ **3**

2024



**Measurement standards
Reference materials**

Издание зарегистрировано Роскомнадзором.
Свидетельство о регистрации печатного издания: ПИ № ФС77-78423 от 29 мая 2020 г. Свидетельство о регистрации электронного издания: Эл № ФС77-79330 от 09 октября 2020 г.
ISSN 2687-0886 (Print)

УЧРЕДИТЕЛЬ ЖУРНАЛА

ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д. И. Менделеева» (ФГУП «ВНИИМ») 190005, г. Санкт-Петербург, пр. Московский, 19.

РЕДАКЦИЯ И ИЗДАТЕЛЬ

УНИИМ – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева» 620075, г. Екатеринбург, ул. Красноармейская, 4.
Телефон, факс: + 7 (343) 350-72-42, 350-60-68.
e-mail: uniim@uniim.ru. www.rmjournal.ru

Основной целью журнала является аккумулирование научно-технических знаний в области метрологии. Приоритетная задача журнала состоит в создании открытой площадки для обмена информацией, отражающей результаты научных и прикладных исследований, которые связаны с вопросами разработки и внедрения эталонов единиц физических величин; стандартных образцов как средств передачи единицы величины, а также с вопросами разработки новых подходов создания и применения стандартных образцов. В журнале также публикуются исследования по изысканию и использованию физических и химических эффектов с целью создания новых и совершенствования существующих методов и средств измерений высшей точности; освещаются нормативные документы и международные работы, связанные со средствами измерений высшей точности и стандартными образцами.

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Медведевских Сергей Викторович
канд. техн. наук, ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»,
г. Санкт-Петербург, Россия

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

Окрепилов Михаил Владимирович
д-р техн. наук, доцент, ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»,
г. Санкт-Петербург, Россия

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Собина Егор Павлович
д-р техн. наук, УНИИМ – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»,
г. Екатеринбург, Россия

Кремлева Ольга Николаевна
УНИИМ – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»,
г. Екатеринбург, Россия

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Барановская Василиса Борисовна
д-р хим. наук, НИТУ МИСИС; ИОНХ РАН; АО «Гиредмет»; ААЦ «Аналитика»,
г. Москва, Россия

Булатов Андрей Васильевич
д-р хим. наук, профессор РАН; СПбГУ, ООО «Петроаналитика»,
г. Санкт-Петербург, Россия

Журнал издается с 2005 г., до 2020 г. издавался под названием «Стандартные образцы». Периодичность издания – 4 раза в год.

Журнал входит в список рекомендованных для публикации ВАК по группе специальностей: 2.2.4. Приборы и методы измерения (по видам измерений); 2.2.8. Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды; 2.2.10. Метрология и метрологическое обеспечение (технические науки); 2.2.12. Приборы, системы и изделия медицинского назначения. Входит в базу данных «Russian Science Citation Index», «Белый список». Электронные версии статей размещены на сайте журнала, Российской государственной библиотеки, Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU, электронной библиотеки «КиберЛенинка», Google Scholar, в базах данных Всероссийского института научной и технической информации Российской академии наук (ВИНИТИ РАН) и др.

Все права на наименование, авторские права на публикацию защищены. За достоверность информации, опубликованной в статьях и рекламных материалах, а также за то, что в материалах не содержится данных, не подлежащих открытой публикации, ответственность несут авторы и рекламодатели. Мнение редакции не всегда совпадает с точкой зрения авторов статей.

Катков Александр Сергеевич
д-р техн. наук, ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»,
г. Санкт-Петербург, Россия

Конопелько Леонид Алексеевич
д-р техн. наук, ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»,
г. Санкт-Петербург, Россия

Крылов Анатолий Иванович
д-р хим. наук, ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»,
г. Санкт-Петербург, Россия

Литвинов Борис Яковлевич
д-р техн. наук, ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»,
г. Санкт-Петербург, Россия

Моргунова Елена Михайловна
председатель Государственного комитета по стандартизации
Республики Беларусь

Осинцева Елена Валерьевна
канд. хим. наук, Уральский филиал ФГАУ ДПО «АСМС (учебная)»,
г. Екатеринбург, Россия

Походун Анатолий Иванович
д-р техн. наук, ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»,
г. Санкт-Петербург, Россия

Славев Валерий Абдулович
д-р техн. наук, ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»,
г. Санкт-Петербург, Россия

Степановских Валерий Васильевич
канд. техн. наук, ЗАО «Институт стандартных образцов»,
г. Екатеринбург, Россия

Сасько Владимир Александрович
д-р техн. наук, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет»,
г. Санкт-Петербург, Россия

Чуновкина Анна Гурьевна
д-р техн. наук, ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»,
г. Санкт-Петербург, Россия

Шелехова Наталья Викторовна
д-р техн. наук, ВНИИПБТ – филиал ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии»,
г. Москва, Россия

Щелчков Алексей Валентинович
д-р техн. наук, доцент, ВНИИР – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»,
г. Казань, Россия

Яковлев Анатолий Борисович
канд. техн. наук, доцент, ВНИИР – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»,
г. Казань, Россия

ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ

Когновицкая Елена Андреевна
канд. физ.-мат. наук, ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»,
г. Санкт-Петербург, Россия

ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕКРЕТАРЬ

Тараева Наталия Сергеевна

КОРРЕКТОР

Уханова Маргарита Дмитриевна

ВЕРСТКА, ЦВЕТКОРРЕКЦИЯ

Таскаев Владислав Васильевич

Подписной индекс в электронном каталоге агентств «Пресса России» – Е 102263.

Перепечатка материалов полностью или частично, предпринимаемая в образовательных или исследовательских целях, возможна только со ссылкой на выходные данные журнала с обязательным указанием правообладателя и имен авторов статей. Материалы журнала доступны по лицензии Creative Commons «Attribution» («Атрибуция») 4.0 Всемирная. Знаком информационной продукции не маркируется.

Подписано в печать 25.09.2024.
Дата выхода в свет 30.09.2024.
Формат 60×90 1/8. Печать офсетная.
Бумага ВХИ. Усл. печ. л. 16,75.
Тираж 200 экз. Заказ № 41024.

Свободная цена.

Отпечатано в ИП Копыльцов П. И., г. Воронеж, ул. Любы Шевцовой, 34.
Тел. (995) 49-48-47-7.

The publication is registered by Roskomnadzor.
Certificate of registration of the printed publication: PI No. FS 77-78423 dated May 29, 2020. Certificate of registration of the electronic publication: EI No. FS 77-79330 dated October 9, 2020.
ISSN 2687-0886 (Print)

FOUNDER:

D.I. Mendeleev Institute for Metrology,
19 Moskovsky ave., St. Petersburg, 190005, Russia

EDITORIAL OFFICE & PUBLISHER

UNIIM – Affiliated Branch of the D.I. Mendeleev Institute for Metrology,
4 Krasnoarmeyskaya St., Yekaterinburg, 620075, Russia.
Telephone, fax: +7 (343) 350-72-42, 350-60-68
e-mail: uniim@uniim.ru. www.rmjournal.ru

The main purpose of the journal is the accumulation of scientific and technical knowledge in the field of metrology. The priority task of the journal is to create an open platform for the exchange of information reflecting the results of scientific and applied research related to the development and implementation of measurement standards, as well as new approaches in the field of creation and application of reference materials. The journal also publishes research on the discovery and use of physical and chemical effects in order to create new and improve existing methods and measuring instruments of the highest accuracy; normative documents and international works related to measuring instruments of the highest accuracy and reference materials are covered.

EDITOR-IN-CHIEF

Sergey V. Medvedevskikh
Cand. Sci. (Eng.), D.I. Mendeleev Institute for Metrology,
Saint Petersburg, Russia

DEPUTY CHIEF EDITOR

Mikhail V. Okrepilov
Dr. Sci. (Eng.), D.I. Mendeleev Institute for Metrology,
Saint Petersburg, Russia

EDITORIAL TEAM

Egor P. Sobina
Dr. Sci. (Eng.), UNIIM – Affiliated Branch of the D.I. Mendeleev Institute for Metrology,
Yekaterinburg, Russia

Olga N. Kremleva
UNIIM – Affiliated Branch of the D.I. Mendeleev Institute for Metrology,
Yekaterinburg, Russia

EDITORIAL BOARD

Vasilisa B. Baranovskaya
Dr. (Chem. Sci.), NUST MISIS; IGIC RAS; JSC Giredmet; AAC Analitika,
Moscow, Russia

Andrey V. Bulatov
Dr. (Chem. Sci.), Professor of the Russian Academy of Sciences;
St. Petersburg State University, Petroanalitika LLC, St. Petersburg, Russia

Aleksandr S. Katkov
Dr. Sci. (Eng.), D.I. Mendeleev Institute for Metrology,
Saint Petersburg, Russia

Leonid A. Konopelko
Dr. Sci. (Eng.), D.I. Mendeleev Institute for Metrology,
Saint Petersburg, Russia

Anatoliy I. Krylov
Dr. Sci. (Chem.), D.I. Mendeleev Institute for Metrology,
Saint Petersburg, Russia

Boris Ya. Litvinov
Dr. Sci. (Eng.), D.I. Mendeleev Institute for Metrology,
Saint Petersburg, Russia

Elena M. Morgunova
Chairman of the State Committee for Standardization
of the Republic of Belarus

Elena V. Osintseva
Cand. Sci. (Chem.), Ural branch of the «ASMC (educational)»,
Yekaterinburg, Russia

Anatoliy I. Pokhodun
Dr. Sci. (Eng.), D.I. Mendeleev Institute for Metrology,
Saint Petersburg, Russia

Valeriy A. Slayev
Dr. Sci. (Eng.), D.I. Mendeleev Institute for Metrology,
Saint Petersburg, Russia

Valeriy V. Stepanovskikh
Cand. Sci. (Eng.), Institute for Reference Materials,
Yekaterinburg, Russia

Vladimir A. Syasko
Dr. Sci. (Eng.), Saint-Petersburg Mining University,
Saint Petersburg, Russia

Anna G. Chunovkina
Dr. Sci. (Eng.), D.I. Mendeleev Institute for Metrology,
Saint Petersburg, Russia

Natalya V. Shelekhova
Dr. Sci. (Eng.), Russian Scientific Research Institute of Food Biotechnology,
Moscow, Russia

Aleksei V. Shchelchkov
Dr. Sci. (Eng.), assistant professor, VNIIR – Affiliated Branch of the D.I. Mendeleev
Institute for Metrology, Kazan, Russia

Anatoly B. Yakovlev
Cand. Sci. (Eng), assistant professor, VNIIR – Affiliated Branch of the D.I. Mendeleev
Institute for Metrology, Kazan, Russia

EXECUTIVE SECRETARY

Elena A. Kognovitskaya
Cand. Sci. (Phys.-Math.), D.I. Mendeleev Institute for Metrology,
Saint Petersburg, Russia

TECHNICAL SECRETARY

Natalia S. Taraeva

PROOF-READER

Margarita D. Uhanova

LAYOUT, COLOUR CORRECTION

Vladislav V. Taskaev

The journal has been published since 2005, until 2020 it was published under the name "Reference materials". The frequency of publication is 4 times a year.

The journal is included in the list recommended for publication by the Higher Attestation Commission for the group of specialties: 2.2.4. Devices and measurement technique (by type of measurement); 2.2.8. Methods and devices for monitoring and diagnosing of materials, products, substances and natural environment; 2.2.10. Metrology and metrological provision (technical sciences); 2.2.12. Devices, systems and products for medical purposes. The journal is included in the database of the Russian Science Citation Index, «White List». Electronic versions of the articles are posted on the website of the journal, the Russian State Library, the Scientific Electronic Library eLIBRARY.RU, the CyberLeninka electronic library, Google Scholar, the databases of the All-Russian Institute of Scientific and Technical Information of the Russian Academy of Sciences (VINITI RAS), etc.

All rights reserved. Authors and advertisers are responsible for the accuracy of the information published in articles and advertising materials, as well as for the fact that the materials do not contain data that are not subject to open publication. The opinion of the editors does not always coincide with the authors' view.

Subscription index in the electronic catalog of agencies «Pressa Rossii» – E 102263.
Reprinting of materials in whole or in part for educational or research purposes is possible only with reference to the journal's imprint with the obligatory indication of the copyright holder and the authors' names.

Signed for printing: 25.09.2024.
Date of publication: 30.09.2024.
Sheet size 60×90 1/8. Offset printing.
Royal paper. Conventional printed sheets 16,75.
Number of copies 200. Order No 41024.

The journal is not marked with the sign of information products.

Printed by IP Kopyltsov P. I., Voronezh, Lyuba Shevtsova St., 34, Russia.
Tel. (995) 49-48-47-7.



ЭТАЛОНЫ

- | | | |
|--|-----------|--|
| И. Ю. Шмигельский | 5 | Эталоны силы до 1 МН и выше |
| Д. И. Кудусов, К. А. Левин,
С. Л. Малышев | 13 | Эффективный способ воспроизведения потока газожидкостной смеси эталоном расхода |

СТАНДАРТНЫЕ ОБРАЗЦЫ

- | | | |
|---|-----------|---|
| К. Д. Черкашина, П. А. Годунов,
П. Д. Богданова, Д. А. Вирки,
А. В. Булатов | 23 | Сертифицированный стандартный образец состава энергетического масла |
| Т. И. Шильникова, Г. В. Жуков,
М. С. Эпов | 41 | Новые типы стандартных образцов в области измерений ионизирующих излучений |

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА ВЕЩЕСТВ И МАТЕРИАЛОВ

- | | | |
|--|-----------|---|
| А. В. Миргородская,
А. Ю. Дунаев, А. А. Неклюдова | 53 | Метод детектирования мениска жидкости в капилляре с использованием датчика ультрафиолетового излучения |
| Мд Т. Р. Шаон, М. Х. Антор,
Мд М. Р. Шарон | 65 | Неизотермический термогравиметрический анализ реакции карбонизации для усиленного улавливания CO₂ |

РЕЕСТР УТВЕРЖДЕННЫХ ТИПОВ СТАНДАРТНЫХ ОБРАЗЦОВ, ПРЕДСТАВЛЕННЫХ В ФЕДЕРАЛЬНОМ ИНФОРМАЦИОННОМ ФОНДЕ

- | | | |
|--------------|------------|--|
| В. В. Сулова | 81 | Сведения о новых типах стандартных образцов |
| В. В. Сулова | 112 | Сведения о стандартных образцах утвержденных типов, в которые были внесены изменения в части срока действия утвержденного типа стандартного образца |



MEASUREMENT STANDARDS

I. Y. Shmigelsky **5** Force Measurement Standards Up to 1 MN and Above

D. I. Kudusov, K. A. Levin,
S. L. Malyshev **13** An Effective Method for Reproducing the Flow of a Gas-Liquid Mixture
Using a Flow Standard

REFERENCE MATERIALS

K. D. Cherkashina, P. A. Godunov,
P. D. Bogdanova, D. A. Virki,
A. V. Bulatov **23** Reference Material for the Composition of Fuel Oil

T. I. Shilnikova, G. V. Zhukov,
M. S. Epov **41** New Types of Reference Materials in the Field of Ionizing Radiation
Measurements

MODERN METHODS OF ANALYSIS OF SUBSTANCES AND MATERIALS

A. V. Mirgorodskaya,
A. Yu. Dunaev, A. A. Neklyudova **53** Method of Detecting Liquid Meniscus in Capillary Using
Ultraviolet Sensor

Md T. R. Shaon, M. H. Antor,
Md M. R. Sharon **65** Non-Isothermal Thermogravimetric Analysis of Carbonation Reaction
for Enhanced CO₂ Capture

**ASPECTS OF MAINTAINING THE STATE REGISTER
OF TYPE APPROVED REFERENCE MATERIALS**

V. V. Suslova **81** Data on new Reference Materials Approved

V. V. Suslova **112** Data on Type Approved Reference Materials the Validity Period
of Which Has Been Extended



ЭТАЛОНЫ

Обзорная статья

УДК 531.421:681.26:006.91

<https://doi.org/10.20915/2077-1177-2024-20-3-5-12>



Эталоны силы до 1 МН и выше

И. Ю. Шмигельский ✉

ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д. И. Менделеева»,
г. Санкт-Петербург, Россия
✉ i.y.shmigelskiy@vniim.ru

Аннотация: Эталоны силы необходимы в обеспечении испытаний весоизмерительных и силоизмерительных датчиков, предназначенных для измерений и исследований больших нагрузок в ракетостроении, строительстве атомных электростанций, в испытаниях конструкционных материалов. Эталонные установки непосредственного нагружения имеются в распоряжении ведущих научно-исследовательских институтов России, Германии, США, Китая и Республики Корея.

Автор систематизировал и обобщил отечественный опыт применения эталонов силы прямого нагружения. Так, приводится обзор установки прямого нагружения ЭУ-100 из состава Государственного первичного эталона единицы силы ГЭТ 32–2011 Российской Федерации в диапазоне от 10 кН до 1 МН.

Проанализирован также зарубежный опыт в области воспроизведения единицы силы значением до 1 МН и выше. Так, оценен диапазон воспроизведения и состав грузов эталонной силовоспроизводящей установки прямого нагружения Физико-технического федерального института (PTB, Германия), эталонной силовоспроизводящей установки прямого нагружения Национального института эталонов и технологий США (NIST, США), эталонной силовоспроизводящей установки прямого нагружения Института метрологии провинции Фуцзянь (FPIM, Китай) и эталонной силовоспроизводящей установки Корейского научно-исследовательского института эталонов и науки (KRISS, Республика Корея).

Статья представляет научный и практический интерес для специалистов в области воспроизведения единицы силы больших значений. Обобщенный опыт может стать основой для исследований в области совершенствования эталонов силы. Обзор адресован также преподавателям и студентам профильных дисциплин высшей школы.

Ключевые слова: эталон, измерения силы, поверка, группа динамометров, силовоспроизводящие машины

Ссылка при цитировании: Шмигельский И. Ю. Эталоны силы до 1 МН и выше // Эталоны. Стандартные образцы. 2024. Т. 20, № 3. С. 5–12. <https://doi.org/10.20915/2077-1177-2024-20-3-5-12>

Статья поступила в редакцию 12.04.2024; одобрена после рецензирования 29.08.2024; принята к публикации 25.09.2024.

MEASUREMENT STANDARDS

Review article

Force Measurement Standards Up to 1 MN and Above

Ilya Y. Shmigelsky ✉

D. I. Mendeleyev Institute for Metrology,
St. Petersburg, Russia

✉ i.y.shmigelskiy@vniim.ru

Abstract: The use of force measurements standards ensures testing of load and force sensors designed for measuring and studying large loads in rocket science, nuclear power plant construction, and testing of structural materials.

The article provides an overview of the State Primary Standard of force GET 32–2011 of the Russian Federation in the range up to 1 MN, and also analyzes international experience in the field of reproduction of the unit of force with a value above 1 MN.

The range of reproduction and composition of loads of the deadweight machine EU-100 from the composition of the State Primary Standard of force GET 32–2011 of the Russian Federation, deadweight machine of the Physical-Technical Federal Institute (PTB, Germany), deadweight machine of the National Institute of Standards and Technologies, deadweight machine of the Fujian Institute for Metrology (FJIM, China) and the deadweight machine of the Korea Research Institute of Standards and Science (KRISS, Republic of Korea) were assessed.

The article is of scientific and practical interest to specialists in the field of reproduction of the unit of force of large values. The generalized experience can become the basis for research in the field of improving the standards of force. The review is also addressed to teachers and students of specialized disciplines of higher education.

Keywords: measurement standard, force measurements, verification, dynamometer group, force standard machine

For citation: Shmigelsky I. Y. Force measurement standards up to 1 MN and above. *Measurement Standards. Reference Materials*. 2024;20(3):5–12 (In Russ.). <https://doi.org/10.20915/2077-1177-2024-20-3-5-12>

The article was submitted 12.04.2024; approved after reviewing 29.08.2024; accepted for publication 25.09.2024.

Введение

В настоящее время в состав Государственного первичного эталона единицы силы ГЭТ 32–2011¹ входят установки прямого нагружения до 1 МН. Эталонные установки воспроизведения единицы силы прямого нагружения в диапазоне от 1 МН необходимы для обеспечения точности и надежности измерений и испытаний в различных областях науки и техники, таких отраслях, как машиностроительная, авиационная, космическая, военная и других, где требуются эталоны большого диапазона воспроизведения. В частности, применение таких эталонов обеспечивает испытания весоизмерительных и силоизмерительных датчиков, предназначенных для

измерений и исследований больших нагрузок в ракетостроении, строительстве АЭС, испытаниях конструкционных материалов. Основой совершенствования методов измерений больших значений силы является разработка новых эталонов.

Основной проблемой расширения диапазона воспроизведения свыше 1 МН для эталонов прямого нагружения является высокая ресурсоемкость работ, в особенности – возрастание технологических трудностей в их производстве и эксплуатации и значительный расход материалов, применяющихся в конструкции эталонов большого диапазона воспроизведения.

Цель данной статьи – представить обзор состава грузов и диапазонов воспроизведения единицы силы наиболее известных установок прямого нагружения, верхний предел воспроизведения которых равен или больше

¹ ГЭТ 32–2011 Государственный первичный эталон единицы силы.

1 МН, принадлежащих научно-исследовательским институтам России, Германии, США, Китая и Республики Корея.

По итогам обзора сделан вывод о целесообразности применения метода совокупных измерений в целях передачи единицы величины свыше диапазона воспроизведения эталонной силовоспроизводящей установки.

Обзор зарубежного опыта

Рассмотрим варианты реализации государственных первичных эталонов единицы силы различных стран мира.

США. Установка прямого нагружения (рис. 1) Национального института эталонов и технологий США (NIST)² способна воспроизводить значения силы в диапазоне от 222 кН (50 · 10³ фунтов-силы) до 4 448 кН (106 фунтов-силы) с дискретностью 222 кН. NIST располагает средствами для осуществления передачи единицы силы в диапазоне до 53 МН (12 · 10⁶ фунтов-силы). Такая возможность существует благодаря наборам эталонных динамометров. NIST имеет (а) группу из трех эталонных динамометров в диапазоне до 4 448 кН, каждый из которых откалиброван на установке прямого нагружения; (б) группу из четырех эталонных динамометров в диапазоне до 13 МН (3 · 10⁶ фунтов-силы), каждый из которых был откалиброван путем сравнения с группой из трех 4 448 кН эталонных динамометров. С помощью применения данных групп динамометров передача единицы силы в диапазоне свыше 4 448 кН осуществляется методом совокупных измерений. Стандартная

² NIST Лаборатория физических измерений.



Рис. 1. Фрагмент эталонной силовоспроизводящей установки прямого нагружения в диапазоне от 222 до 4 448 кН института NIST [1]

Fig. 1. Fragment of a reference dead weight installation for direct loading in the range from 222 to 4.448 kN from the NIST Institute [1]

неопределенность измерений в диапазоне от 4,5 до 13 МН составляет 1,7 кН. Относительная стандартная неопределенность измерений находится в диапазоне от 0,038 % в точке нагружения 4 448 кН до 0,013 % в точке нагружения 13 МН. Аналогично стандартная неопределенность составляет 5 и 5,9 кН в диапазонах от 13 до 40 МН и от 40 до 53 МН соответственно; относительная стандартная неопределенность измерений находится в диапазонах от 0,038 % в точке нагружения 13 МН до 0,013 % в точке нагружения 40 МН и в диапазоне от 0,015 % в точке нагружения 40 МН до 0,011 % в точке нагружения 53 МН [1].

Германия. У Физико-технического федерального института Германии (PTB) имеется установка прямого нагружения (рис. 2) в диапазоне от 10 кН до 2 МН в составе национального эталона силы с дискретностью 10 кН, укомплектованная 50 грузами, создающими усилие 10 кН (10 грузов), 20 кН (20 грузов), 50 кН (10 грузов) и 100 кН (10 грузов) [2]. Указанная комплектность дает возможность реализовывать воспроизведение двухсот различных значений силы. Особенностью данной установки является одновременное управление всем набором грузов, что позволяет изменять величину суммарного нагружения без необходимости промежуточного разгружения.

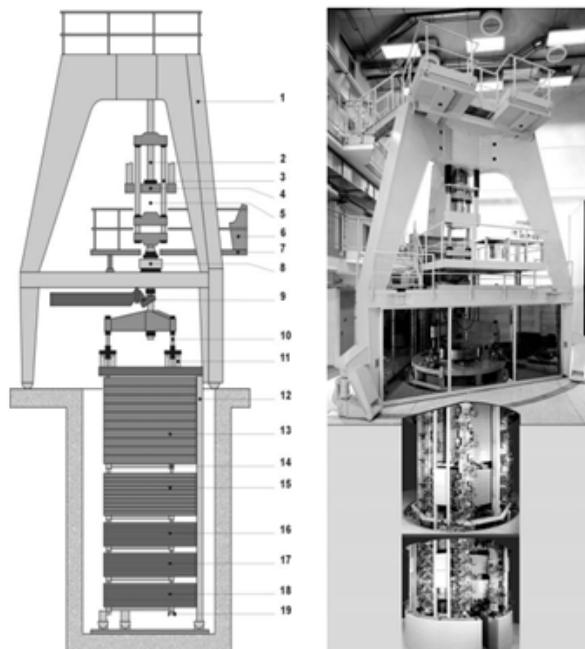


Рис. 2. Эталонная силовоспроизводящая установка прямого нагружения в диапазоне от 10 кН до 2 МН института PTB [2]

Fig. 2. Reference force-generating installation dead weight in the range from 10 kN to 2 MN of the PTB Institute [2]

Китай. Институт метрологии провинции Фуцзянь (FPIМ) имеет установку прямого нагружения в диапазоне от 10 кН до 2 МН (рис. 3), укомплектованную набором из 39 грузов, создающих усилие 10 кН (10 грузов), 20 кН (5 грузов), 30 кН (4 груза), 40 кН (5 грузов), 60 кН (3 груза), 80 кН (5 грузов), 120 кН (5 грузов), 150 кН (2 груза) [3].

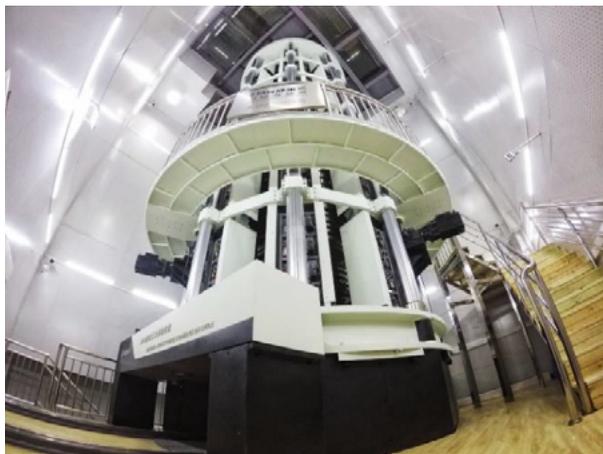


Рис. 3. Фото эталонной силовоспроизводящей установки прямого нагружения института метрологии провинции Фуцзянь (FPIМ) [3]

Fig. 3. Photo of the reference dead weight installation of the Fujian Provincial Institute of Metrology (FPIМ) [3]

Республика Корея. Корейский научно-исследовательский институт эталонов и науки (KRISS) использует эталон силы прямого нагружения до 1 МН (рис. 4) [4], укомплектованный 17 грузами, создающими усилие 10 кН (6 грузов), 50 кН (2 груза), 100 кН (9 грузов) [5].

Обзор отечественного опыта

Рассмотрим конструкцию эталонной установки прямого нагружения на примере эталона силы прямого нагружения до 1 МН Российской Федерации.

Принцип действия

Во ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева» для достижения высокой точности измерений силы в ГЭТ 32–2011 реализован принцип непосредственного нагружения градуированного динамометра силой тяжести гирь. Значения расширенной неопределенности при коэффициенте охвата $k = 2$ около $1,6 \cdot 10^{-5}$ является пределом точности этого метода по многим факторам, влияющим на результат измерений. Такими факторами являются переменное значение ускорения свободного падения, флуктуации плотности воздуха, плотность материала конструкции, неопределенность массы гирь, качание и наклон



Рис. 4. Фото эталонной силовоспроизводящей установки прямого нагружения KRISS (Республика Корея) [4]

Fig. 4. Photo of the reference dead weight installation KRISS (Republic of Korea) [4]

центральной штанги эталонной установки. Также эти факторы включают влияние приливов и отливов больших масс воды в окружающих морях на значение ускорения свободного падения, влияние потока воздуха в помещении, его влажности, температуры и т. п.

В состав ГЭТ 32–2011 входит четыре эталонных установки в диапазоне измерений от 10 Н до 1 МН. Наибольшее значение силы воспроизводится на эталонной установке ЭУ-100 (рис. 5 и 6).

Конфигурация

Рама эталона состоит из двух плит сварной конструкции, соединенных между собой четырьмя колоннами, причем нижняя плита заделана в фундамент и является основанием машины. Колонны опираются на нижнюю плиту через подушки, снабженные винтовыми домкратами и кронштейнами для крепления промежуточных площадок машины. На верхней плите смонтирована рабочая часть машины. Область между плитами рамы заполнена



Рис. 5. Фото эталонной установки ЭУ-100 (фотография выполнена автором)

Fig. 5. Photo of the EU-100 reference installation (the photograph is taken by the author)

девятью секциями грузов нагружающего устройства.

Рабочая часть представляет собой реверсивное устройство, обеспечивающее установку и крепление поверяемых динамометров, работающих как на растяжение, так и на сжатие. Реверсор, в свою очередь, является совокупностью двух самостоятельных рам – неподвижной и подвижной. Неподвижная состоит из двух жесткозаделанных винтовых колонн и двух моторных траверс. Подвижная состоит из траверсы с двумя колоннами, чьи концы соединены между собой перемычкой. В эту своеобразную раму помещена поперечина, поддающаяся регулировке по высоте. Подвижная рама вместе с элементами подвижных частей нагружающего устройства, включая грузовую штангу, является первым грузом, создающим усилие 10 кН.

Нагружающее устройство представляет собой набор мер силы, обеспечивающих непосредственное приложение требуемой нагрузки при калибровке динамометра. В состав нагружающего устройства входят:

- четыре меры по 200 кН;
- одна мера на 100 кН;



Модель создана сотрудником ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева» Ивановым М. С.

Рис. 6. Трехмерная модель эталонной установки ЭУ-100: 1 – рама эталона; 2 – рабочая часть; 3 – нагружающее устройство; арретир, пульт управления, термоизоляционная камера и тельфер на рисунке не указаны

Fig. 6. Three-dimensional model of the reference installation EU-100:

1 – standard frame; 2 – working part; 3 – loading device; the arrester, control panel, thermal insulation chamber and hoist are not shown in the figure

- одна мера на 50 кН;
- две меры по 20 кН;
- две меры по 10 кН.

Каждая мера имеет гирю-поддон с гильзой весом по 10 кН.

Арретир представляет собой винтовой домкрат, который расположен на верхней плите рамы машины под нижней траверсой. В корпусе установлен ходовой винт. Приводом арретира является электродвигатель, вращательное движение которого через две пары червячных передач преобразуется в линейное перемещение ходового винта.

Пульт управления эталонной установки ЭУ-100 (рис. 7) позволяет управлять электродвигателями приводов арретира, нагружающего устройства и самой рабочей части. Все процессы контролируются световой сигнализацией.

Термоизоляционная камера предназначена для поддержания необходимых температурных условий при проведении измерений.

Тельфер предназначен для подъема груза в рабочую зону эталонной установки.

Масса установки – около 400 т; высота – 10 м.



Рис. 7. Пульт управления эталонной установки ЭУ-100 (фотография выполнена автором)

Fig. 7. Control panel of the reference installation EU-100 (the photograph is taken by the author)

Анализ эталонных установок непосредственного нагружения

По результатам рассмотрения различных вариантов исполнения эталонов силы в разных странах на принципе непосредственного нагружения гириями можно сделать следующие выводы.

Преимуществами таких эталонов, безусловно, являются наивысшая точность воспроизведения единицы силы и высокая стабильность их метрологических характеристик.

Недостатками таких эталонных установок являются трудоемкость и дороговизна их изготовления, обслуживания и ремонта.

Особенности конструкции эталонов прямого нагружения: (а) возможность воспроизводить только дискретные значения нагрузок диапазона, соответствующие сумме применяемых грузов; (б) при передаче единицы может возникать проблема несовпадения вектора силы тяжести с вектором измеряемой силы.

Масштабирование эталона в большую сторону требует большой металлоемкости, стоимости, сложности ремонта, сложности разработки, изготовления переходников для приложения воспроизводимой силы к градуируемому динамометрам.

Вышесказанное показывает, что масштабирование эталонных установок неизбежно приведет к увеличению погрешности.

Заключение

Приведенный в статье обзор состава грузов и диапазонов воспроизведения единицы силы наиболее известных установок прямого нагружения, верхний предел воспроизведения которых равен или больше 1 МН, принадлежащих научно-исследовательским институтам России, Германии, США, Китая и Республики Корея выявил их преимущества, недостатки и перспективы применения. В частности, один из выводов – о целесообразности применения метода совокупных измерений в целях передачи единицы величины свыше диапазона воспроизведения эталонной силовоспроизводящей установки.

В 2019 году был опубликован финальный отчет ключевых сличений ССМ.F-K3 [6] с участием РТВ (Германия), LNE (Франция), NIST (США), INRiM (Италия), NPL (Великобритания), NMIA (Австралия), SEM (Испания), ВНИИМ (Россия), KRIS (Республика Корея), GUM (Польша), NMIJ (Япония), NIM (Китай). В результате данных сличений все метрологические институты-участники подтвердили свои измерительные возможности.

Представленные в статье эталоны силы прямого нагружения допускают воспроизведение только дискретных значений нагрузок диапазона. Для воспроизведения всех значений внутри диапазона необходимо построение калибровочной характеристики динамометра, получаемой по дискретным точкам диапазона, образуемым нагружением комбинацией грузов силовоспроизводящей машины, и последующей интерполяции в необходимой точке диапазона.

Применение методов передачи единицы величины другим эталонам или средствам измерений только в диапазоне воспроизведения эталонной установки, особенно когда требуется передача единицы в диапазоне свыше 1 МН, сопряжено со значительными технологическими трудностями в производстве и сборке таких машин, нерациональным расходом материалов при их производстве.

Возможным вариантом снижения большой ресурсоемкости увеличения диапазона воспроизведения эталона силы прямого нагружения может быть применение метода совокупных измерений [7]. Для достоверности измерений методом совокупных измерений силы требуется исследование распределения нагрузки между датчиками в группе. Эталоны на основе данного метода позволят обеспечить измерения силы свыше 1 МН. Представленный в статье материал может стать основой для исследования в этом направлении.

Благодарности: Автор благодарит рецензентов за экспертное мнение и конструктивный подход.

Acknowledgments: The author expresses their gratitude to the reviewers for advice and valuable comments during the preparation of the article.

Вклад автора: Автор подтверждает единоличную ответственность за следующее: концепцию и дизайн исследования, сбор данных, анализ и интерпретацию результатов, а также подготовку рукописи.

Author contributions: The author confirms sole responsibility for the following: study concept and design, data collection, analysis and interpretation of results, and manuscript preparation.

Конфликт интересов. Автор заявляет, что у него нет потенциального конфликта интересов в связи с исследованием, представленным в данной статье.

Conflict of interest. The author declares no conflict of interest.

Финансирование: Работа выполнялась без спонсорской поддержки. Это исследование не получало

финансовой поддержки в виде гранта от какой-либо организации государственного, коммерческого или некоммерческого сектора. Работа выполнена в рамках диссертационного исследования «Разработка методов поверки средств измерений больших значений массы на основе эталонов силы» Все измерения проводились с использованием оборудования научно-исследовательской лаборатории государственных эталонов в области измерений массы и силы ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева».

Funding: The work was performed without sponsorship. This research did not receive financial support in the form of a grant from any governmental, for-profit, or non-profit organizations. The work was carried out as part of the dissertation research «Development of methods for verifying large mass measuring instruments based on force standards». All measurements were carried out using the equipment of the research laboratory of state standards in the field of mass and force measurements of the D. I. Mendeleev Institute for Metrology.

Список источников

1. Kubarych Z. J., Yaniv S. L. The kilogram and measurements of mass and force // *Journal of Research of the National Institute of Standards and Technology*. 2001. № 106. P. 25–46. <https://10.6028/jres.106.003>
2. Ferrero C., Marinari C., Kumme R. Investigation of parasitic components in PTB's 2 MN deadweight machine by using the INRIM six-component dynamometer // *Proceeding of the XVII IMEKO world congress, Rio de Janeiro, Brazil, 2006*. [websiete]. URL: https://www.researchgate.net/publication/242301006_Investigation_of_parasitic_components_in_PTb's_2_mn_deadweight_machine_by_using_the_INRIM_six-component_dynamometer (Accessed: 12.04.2024).
3. Analysis of mechanical properties for the key force transfer components of 2 MN deadweight force standard machine / W. Tieping [et al.] // *Acta IMEKO*. 2020. Vol. 9, № 5. P. 91–96.
4. Manufacturing and installation of a high capacity deadweight force machine / Y.-K. Park [et al.] // *XXI IMEKO World Congress «Measurement in Research and Industry»*, Prague, Czech Republic, 2015. [websiete]. URL: <https://www.imeko.org/publications/wc-2015/IMEKO-WC-2015-TC3-071.pdf> (Accessed: 12.04.2024).
5. Design of the 1 MN deadweight force standard machine in KRIS / Y.-K. Park [et al.] // *XX IMEKO World Congress «Metrology for Green Growth»*, Busan, Republic of Korea, 2012. [websiete]. URL: <https://www.imeko.org/publications/wc-2012/IMEKO-WC-2012-TC3-P28.pdf> (Accessed: 12.04.2024).
6. Final report on the force key comparison CCM.F-K3 / R. Kumme [et al.] // *Metrologia*. 2019. Vol. 56, № 1A. P. 07001–07001. <https://10.1088/0026-1394/56/1A/07001>
7. Ferrero C., Marinari C., Martino E. Development and metrological characterization of a build-up force standard up to 3 MN // *XVII IMEKO World Congress Metrology in the 3rd Millennium*, Dubrovnik, Croatia, 2003. [websiete]. URL: https://www.researchgate.net/publication/242293836_Development_and_metrological_characterization_of_a_build-up_force_standard_up_to_3_MN (Accessed: 12.04.2024).

References

1. Kubarych Z. J., Yaniv S. L. The kilogram and measurements of mass and force. *Journal of Research of the National Institute of Standards and Technology*. 2001;106:25–46. <https://10.6028/jres.106.003>
2. Ferrero C., Marinari C., Kumme R. Investigation of parasitic components in PTB's 2 MN deadweight machine by using the INRIM six-component dynamometer. *Proceeding of the XVII IMEKO world congress, Rio de Janeiro, Brazil, 2006*. Accessed April 12, 2024. https://www.researchgate.net/publication/242301006_Investigation_of_parasitic_components_in_PTb's_2_mn_deadweight_machine_by_using_the_INRIM_six-component_dynamometer (Accessed: 12.04.2024).
3. Tieping W., Jinquan G., Zhengchuang L., Shuo L., Xiaoxiang Y. Analysis of mechanical properties for the key force transfer components of 2 MN deadweight force standard machine. *Acta IMEKO*. 2020;9(5):91–96.

4. Park Y.-K., Kim M.-S., Kim K.-P., Jang J.-S., Lee J.-T., Lee H.-Y. et al. Manufacturing and installation of a high capacity deadweight force machine. XXI IMEKO World Congress «Measurement in Research and Industry», Prague, Czech Republic, 2015. Available at: <https://www.imeko.org/publications/wc-2015/IMEKO-WC-2015-TC3-071.pdf> [Accessed: April 12, 2024].
5. Park Y.-K., Song H.-K., Kim B. M.-S., Kim J.-H., Choi J.-H., Lee. J-T. et al. Design of the 1 MN deadweight force standard machine in KRIS. XX IMEKO World Congress «Metrology for Green Growth», Busan, Republic of Korea, 2012. Available at: <https://www.imeko.org/publications/wc-2012/IMEKO-WC-2012-TC3-P28.pdf> [Accessed: April 12, 2024].
6. Kümme R., Averlant P., Bartel T., Germak A., Knott A., Man J. et al. Final report on the force key comparison CCM.F-K3. Metrologia. 2019;56(1A):07001–07001. <https://10.1088/0026-1394/56/1A/07001>
7. Ferrero C., Marinari C., Martino E. Development and metrological characterization of a build-up force standard up to 3 MN. XVII IMEKO World Congress Metrology in the 3rd Millennium, Dubrovnik, Croatia, 2003. Available at: https://www.researchgate.net/publication/242293836_Development_and_metrological_characterization_of_a_build-up_force_standard_up_to_3_MN [Accessed: April 12, 2024].

Библиографический список

NIST Лаборатория физических измерений [сайт]. URL: <https://www.nist.gov/pml/productservices/million-pound-makeover> (дата обращения: 12.04.2024).

ГЭТ 32–2011 Государственный первичный эталон единицы силы / Институт-хранитель ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева» // Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений : официальный сайт. 2012. URL: <https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry/12/items/397917> (дата обращения: 12.04.2024).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Шмигельский Илья Юрьевич – канд. техн. наук, руководитель научно-исследовательской лаборатории госэталонов в области измерений массы и силы ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»

190005, Московский пр., 19, г. Санкт-Петербург, Россия
e-mail: i. y.shmigelskiy@vniim.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Ilya Y. Shmigelsky – Cand. Sci. (Eng.), Head of the Research Laboratory of State Standards in the Field of Mass and Force Measurements, D. I. Mendeleyev Institute for Metrology

19 Moskovsky ave., St. Petersburg, 190005, Russia
e-mail: i. y.shmigelskiy@vniim.ru

ЭТАЛОНЫ

Научная статья
УДК 620.113+681.121.8
<https://doi.org/10.20915/2077-1177-2024-20-3-13-22>



Эффективный способ воспроизведения потока газожидкостной смеси эталоном расхода

Д. И. Кудусов ✉, К. А. Левин, С. Л. Малышев

Всероссийский научно-исследовательский институт расходомерии – филиал ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д. И. Менделеева», г. Казань, Россия
✉ office@vniir.org

Аннотация: Появление на рынке измерительной техники многофазных расходомеров, применяемых в нефтегазодобывающей отрасли промышленности для измерений количества извлекаемых углеводородов непосредственно на скважинах без предварительной сепарации и выполняющих функцию оперативного учета, поставило вопрос их метрологического обеспечения в соответствии с требованиями нормативных документов сферы государственного регулирования в данной области измерений. Его решением было создание эталонной базы, основу которой составили Государственный первичный специальный эталон единицы массового расхода газожидкостных смесей ГЭТ 195-2011 и поверочная схема средств измерений многофазных расходов, регламентируемая ГОСТ 8.637-2013. При передаче единиц объемного и массового расхода многофазной смеси с требуемой точностью основной проблемой является сложность воспроизведения и поддержания стабильности сразу нескольких параметров потока – массового расхода и содержания жидких компонентов (воды и имитатора нефти) и объемного расхода газовой фазы (воздуха). Необходимо так же учитывать, что программы испытаний в целях утверждения типа средств измерений многофазных потоков, а также методики поверки и калибровки предусматривают смену режимов воспроизведения эталоном расхода газожидкостной смеси, охватывая диапазоны измерений многофазных расходомеров. Применяемые на практике подобные эталоны представляют весьма сложную измерительную систему, состоящую из емкостей хранения компонентов, подающих насосных и компрессорных агрегатов, регулирующей аппаратуры, смесителей и сепараторов, средств измерений физических параметров компонентов многофазного потока и автоматизированной системы управления. Учитывая высокую стоимость многофазных эталонов, при их создании следует применять эффективные методы и способы воспроизведения потока многофазной смеси с заданными параметрами, а также осуществления достаточно быстрого перехода на предусмотренный программой или методикой следующий режим, что позволит сократить время и производственные затраты на процедуру передачи единиц измерений от эталона к рабочему средству измерений.

В настоящей статье описан способ воспроизведения расхода газожидкостной смеси по оригинальной технологической схеме, внедренной при разработке эталона 1-го разряда. Приведены конструктивные решения, повышающие эффективность работы аппарата разделения жидких компонентов для повышения точности дозирования, а также расширяющие диапазон воспроизведения расхода и параметров многофазного потока, обеспечивающие постоянство состава жидкой смеси на заданном режиме. Представлен оригинальный рациональный метод сжатия и поддержания давления газовой фазы, позволяющий быстро переходить на следующий режим, подтверждаемый результатами экспериментальных исследований эталона.

Ключевые слова: газожидкостные смеси, гидроструйный компрессор, эжекторы-диспергаторы, эталон

Ссылка при цитировании: Кудусов Д. И., Левин К. А., Малышев С. Л. Эффективный способ воспроизведения потока газожидкостной смеси эталоном расхода // Эталоны. Стандартные образцы. 2024. Т. 20, № 3. С. 13–22. <https://doi.org/10.20915/2077-1177-2024-20-3-13-22>

Статья поступила в редакцию 03.04.2024; одобрена после рецензирования 15.05.2024; принята к публикации 25.09.2024.

MEASUREMENT STANDARDS

Research Article

An Effective Method for Reproducing the Flow of a Gas-Liquid Mixture Using a Flow Standard

Damir I. Kudusov ✉, Kirill A. Levin, Sergey L. Malyshev

VNIIR – Affiliated Branch of the D. I. Mendeleev Institute for Metrology, Kazan, Russia

✉ office@vniir.org

Abstract: The appearance on the market of measuring equipment of multiphase flowmeters used in the oil and gas industry to measure the amount of extracted hydrocarbons directly at wells without preliminary separation and performing the function of operational accounting raised the question of their metrological support in accordance with the requirements of regulatory documents of the sphere of state regulation in this field of measurements. His decision was to create a reference base, the basis of which was the State primary special standard for units of mass flow of gas-liquid mixtures GET 195-2011 and a verification scheme for measuring multiphase flow rates, regulated by GOST 8.637-2013. When transmitting units of volume and mass flow of a multiphase mixture with the required accuracy, the main problem is the difficulty of reproducing and maintaining stability of several flow parameters at once – mass flow and content of liquid components (water and oil simulator) and volume flow of the gas phase. It should also be borne in mind that test programs for the purpose of approving the type of multiphase flow measuring instruments, as well as verification and calibration methods, provide for changing the modes of reproduction of a gas-liquid mixture, covering the measurement ranges of multiphase flowmeters. Such standards used in practice represent a very complex measuring system consisting of storage tanks for components, supply pumping and compressor units, control equipment, mixers and separators, measuring instruments for the physical parameters of multiphase flow components and an automated control system. Given the high cost of multiphase standards, when creating them, effective methods and methods should be used to reproduce the flow of a multiphase mixture with specified parameters, as well as to make a fairly rapid transition to the next mode provided by the program or methodology, which will reduce the time and production costs for the procedure of transferring units of measurement from the standard to the working measuring instrument.

This article describes a method for reproducing the flow rate of a gas-liquid mixture according to the original technological scheme introduced during the development of the 1st category standard. Constructive solutions are presented that increase the efficiency of the liquid component separation apparatus to increase the dosing accuracy, as well as expand the range of reproduction of the flow rate and parameters of the multiphase flow, ensuring the consistency of the composition of the liquid mixture at a given regime. An original rational method of compressing and maintaining the pressure of the gas phase is described, which allows you to quickly switch to the next mode, confirmed by the results of experimental studies of the standard.

Keywords: gas-liquid mixtures, hydrojet compressor, ejectors-dispersers, standard

For citation: Kudusov D. I., Levin K. A., Malyshev S. L. An effective method for reproducing the flow of a gas-liquid mixture using a flow standard. *Measurement Standards. Reference Materials*. 2024;20(3):13–22 (In Russ.). <https://doi.org/10.20915/2077-1177-2024-20-3-13-22>

The article was submitted 03.04.2024; approved after reviewing 15.05.2024; accepted for publication 25.09.2024.

Введение

Многофазные расходомеры (МФР) служат для оперативного учета количества добываемых углеводородов непосредственно на скважинах. В целях утверждения типа МФР проходят испытания, периодическую поверку и калибровку на многофазных измерительных

установках и эталонах, в том числе – стационарных и мобильных, согласно Государственной поверочной схеме ГОСТ 8.637-2013¹.

¹ ГОСТ 8.637–2013 Межгосударственный стандарт. Государственная поверочная схема для средств измерений массового расхода многофазных потоков.

Сфера государственного регулирования обеспечения единства измерений распространяется как на рабочие средства измерений, так и на эталоны единиц величин. Опыт активного применения Государственного первичного специального эталона единицы массового расхода газожидкостных смесей ГЭТ 195-2011² (далее – первичный эталон) [1] для передачи единиц величин расхода рабочим эталонам, измерительным установкам и средствам измерений МФР к настоящему времени превысил 10 лет и достиг острой необходимости совершенствования первичного эталона. Причиной тому стал узкий диапазон воспроизведения (а) массового расхода жидкой смеси и объемного расхода газа, (б) рабочего давления газожидкостной смеси, существенно влияющего на показатели точности.

В результате выполнения значительного объема научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР) по совершенствованию первичного эталона была разработана автономная эталонная установка [2], испытанная и аттестованная в качестве Государственного рабочего эталона единицы массового расхода газожидкостных смесей 1 разряда в диапазоне значений единицы массового расхода жидкости в составе газожидкостных смесей от 0,01 до 300 т/ч, единицы объемного расхода газа в составе газожидкостных смесей от 0,1 до 10 000 м³/ч (далее – эталон). Таким образом, возможности испытательной базы ВНИИР – филиала ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева» существенно расширились, что повлечет повышение достоверности измерений расхода и количества добываемых энергетических ресурсов в стратегически важной отрасли промышленности Российской Федерации – нефтегазовой. Главное достижение НИОКР – расширение диапазона воспроизведения расхода газожидкостных смесей, а также повышение максимального давления рабочей смеси до 2,5 МПа. Для получения таких результатов конструкторы-разработчики применили оригинальный способ организации и функционирования узлов и агрегатов, доказавший высокую эффективность работы при сравнительно невысоком потреблении электроэнергии.

В процессе изучения способов повышения давления нагнетаемой газожидкостной смеси [3, 4] особое внимание разработчиков эталона привлек гидроструйный метод, отличающийся высокой производительностью при сравнительно малой степени повышения давления по сравнению с традиционными винтовыми компрессорами. Опыт применения на практике гидроструйных

насосов насчитывает более 100 лет, первые аппараты появились в 20-е годы прошлого века. С тех пор значительно повысилась эффективность их работы, степень повышения напора и коэффициент полезного действия (КПД).

В работе [5] отмечено, что наибольшей эжектирующей способностью обладает эжектор, у которого срез сопла расположен на уровне всасывающего патрубка, что подтверждено стендовыми испытаниями и объяснено с точки зрения физики: 1) выдвинутое к рабочей камере сопло создает дополнительное сопротивление; 2) вынос сопла из устройства ослабляет динамический напор струи. Зарубежные наработки [6–8], позволяющие рассчитать производительность прямооточных эжекторов и получить заданные напорные характеристики, подтверждают высокую эффективность выбранного метода. С учетом всего положительного практического опыта и изучения результатов теоретических и экспериментальных исследований гидроструйных аппаратов была разработана дожимная установка в составе описываемого ниже эталона.

Материалы и методы

Описание эталона

Эталон выполнен по рациональной схеме движения компонентов по замкнутым контурам [9]. Перед началом работы выполняется наддув газовых подушек всех рабочих емкостей эталона до требуемого давления при помощи небольшого компрессора. В дальнейшем компоненты движутся по замкнутому контуру, поступая в смеситель перед измерительной линией и вновь разделяясь после нее. Такая организация процесса минимизирует энергозатраты на прокачку компонентов, так как требует от нагнетательного насосного и компрессорного оборудования лишь компенсации гидравлических потерь, возникающих при прохождении компонентов газожидкостной смеси по трубопроводным магистралям и узлам регулирования. Расход жидких компонентов, подаваемых в смеситель, задается в дозаторе при помощи включения в работу требуемого количества и номенклатуры сопел, и контролируется при помощи кориолисовых расходомеров. Плавная и точная регулировка расхода производится изменением частоты вращения насосов при помощи ПИД-регуляторов. Для обеспечения стабильной работы насосов при малых значениях расхода жидкого компонента (воды или имитатора нефти Eххsol) часть жидкости из соответствующего дозатора по байпасной линии возвращается в бак-сепаратор. Регулировка расхода возвращаемой жидкости выполняется в сопловом блоке дозатора. На соплах срабатывается значительная, а на режимах

² ГЭТ 195–2011 Государственный первичный специальный эталон единицы массового расхода газожидкостных смесей.

малых расходов даже большая часть напора жидкости, что необходимо для обеспечения слабой зависимости и исключения дрейфа расхода в зависимости от режима течения и соотношения содержания компонентов в измерительной линии.

В смесителе происходит смешивание жидких компонентов между собой и с газом (воздухом), поступающим из дожимной станции через дозатор газа. Расход газа в дозаторе задается набором критических сопел. При большом гидравлическом сопротивлении измерительной линии допускается работа без критического перепада на соплах. В этом случае расход газа контролируется набором ультразвуковых расходомеров ИРВИС РС4 Ультра.

Принцип действия

Двухфазная трехкомпонентная смесь подается в одну из трех измерительных линий, имеющих диаметры проходного сечения 80, 150 и 300 мм. Испытуемый МФР может устанавливаться как в горизонтальном, так и в вертикальном участке соответствующей измерительной линии. Предусмотрена возможность поверки мобильных систем измерения (располагаемых на автомобильном шасси), для чего имеется отвод измерительной линии из лабораторного зала на прилегающую к корпусу площадку. Включение в работу той или иной

измерительной линии выполняется при помощи соответствующих задвижек.

Расположение основных составных элементов эталона показано на рис. 1. После измерительных линий трехкомпонентная смесь поступает в газоотделители 1, где происходит разделение смеси на жидкую и газовую фазы. Жидкая фаза (смесь жидких компонентов) возвращается в сепаратор 3 для разделения, а газ поступает на дожимную установку 2, где его давление повышается на величину потерь в магистралях эталона. На режимах с малым гидравлическим сопротивлением основная часть давления срабатывается на критических соплах дозатора газа, чтобы обеспечить слабую зависимость расхода газа от режима течения в измерительной линии, вплоть до полного исключения такого влияния при критическом истечении газа через сопла дозатора.

На входе в дожимную установку газ проходит очистку от примесей еще в одном сепараторе, задачей которого является отделение имитатора нефти для защиты водяного насоса дожимной установки. Для отвода тепла, выделяемого при работе насосов, перед каждым струйным компрессором установлен теплообменник, выполненный по схеме «труба в трубе».

Система охлаждения теплоносителя, обеспечивающая отвод тепла от жидких теплоносителей в дозаторах воды, а также в дожимной установке, использует

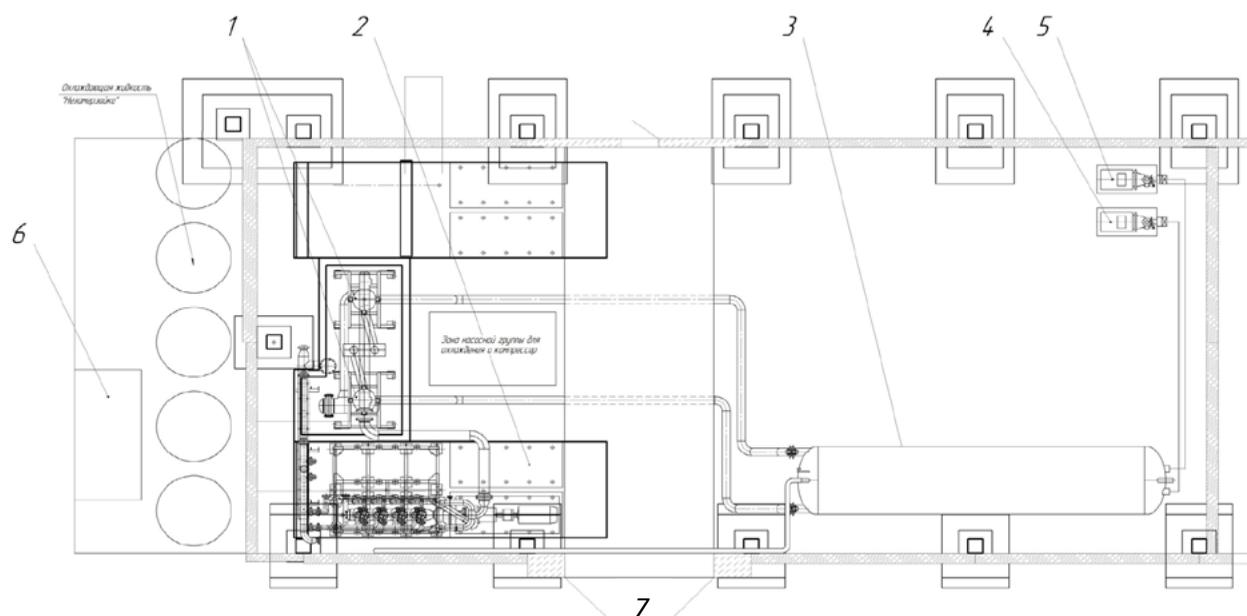


Рис. 1. Схема расположения основных узлов и агрегатов эталона: 1 – газоотделители; 2 – дожимная установка; 3 – сепаратор жидких компонентов; 4 – насос подачи имитатора нефти; 5 – насос подачи воды; 6 – чиллер; 7 – емкости для хранения теплоносителя (этиленгликоля)

Fig. 1. Layout of the main components and units of the standard: 1 – gas separators; 2 – booster system; 3 – liquid component separator; 4 – oil simulant feed pump; 5 – water feed pump; 6 – chiller; 7 – coolant (ethylene glycol) storage containers

в качестве теплоносителя воду. В состав системы охлаждения входит чиллер, гидромодуль для транспортировки охлажденной воды от чиллера к теплообменнику и резервуары с захлажденной водой. В качестве теплоносителя в чиллере используется хладагент R410A, а в гидромодуле – смесь воды с этиленгликолем.

Технологические емкости с водой и Eххsol для компенсации изменений уровней жидких компонентов в баке-сепараторе служат для стабилизации работы сепаратора в периоды выхода на режим. Эти емкости с запасами воды и Eххsol находятся на втором уровне – выше бака-сепаратора. На предварительном этапе в бак-сепаратор заливаются вода и Eххsol до номинальных уровней. После открытия кранов между баком-сепаратором и насосами подачи компонентов определенные количества жидкостей уходят в тракты. Открытием кранов между технологическими емкостями и баком-сепаратором и последующим переливом (самотеком) жидкостей из емкостей уровня компонентов в баке-сепараторе восстанавливаются. После достижения номинальных уровней краны закрываются. Следующая операция по компенсации уровней проводится сразу после включения насосов подачи компонентов на рабочий участок установки. При этом дозирующие сопла открываются таким образом, чтобы массовые расходы воды и Eххsol в рабочем участке имели значения, равные средним величинам из исследуемого диапазона в данном цикле работ. Восстановление уровней компонентов в баке-сепараторе с использованием жидкостей из технологических емкостей проводится при заполненных трактах эталонной установки. После проведения работ «излишки» компонентов

из бака-сепаратора возвращаются в технологические емкости с использованием избыточного давления в баке-сепараторе.

Установка имеет в своем составе блоки очистки жидких компонентов, которая производится при неработающей установке. Для обеспечения сжатым воздухом пневмоприводов дисковых затворов, регулирующих включение в работу теплообменников, сопел и др. элементов установки, служит технологический компрессор.

Для перекачки газа применена высокоэффективная гидроструйная дожимная установка (рис. 2), состоящая из четырех струйных дожимных компрессоров. В качестве эжектирующей жидкости в струйных компрессорах используется вода, циркулирующая по замкнутому контуру при помощи насоса, повышающего рабочее давление воды на 1 МПа. Предварительное отделение газа (воздуха) от воды на выходе струйного компрессора происходит в специальном баке, вода из которого поступает во всасывающую магистраль насоса, а газ высокого давления – в сепаратор, откуда идет на следующую ступень сжатия или через дозаторы газа непосредственно в смеситель.

Каждый из водоструйных компрессоров состоит из комбинации струйного эжектора с баком-газоотделителем (рис. 3). В дожимной установке используется насос KSB RPH S1 150–280A, соответствующий стандарту API610 (тяжелые условия работы). Максимальное давление на входе в насос составляет 30 бар, давление на выходе из насоса – 40,9 бар, допустимое рабочее давление – 56,7 бар, номинальная частота вращения насоса – 2986 об/мин, номинальная потребляемая мощность – 129,72 кВт, максимальный расход – 500 м³/ч.



Рис. 2. Дожимная установка и газоотделитель в составе эталона

Fig.2. Booster unit and gas separator as part of the standard

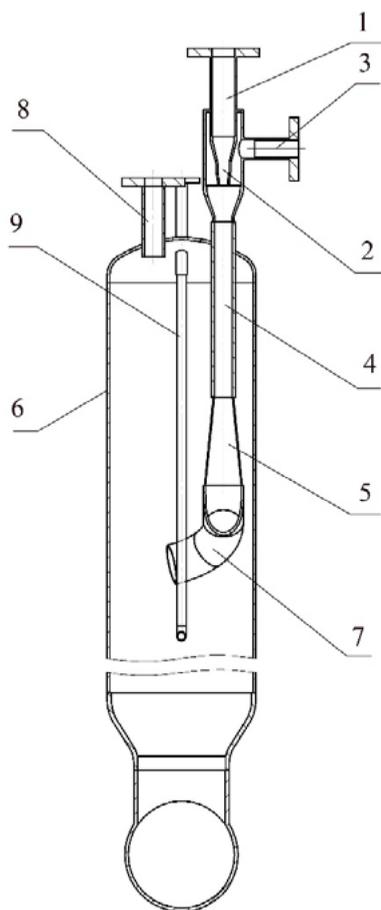


Рис. 3. Схема водоструйного компрессора с газоотделителем: 1 – корпус; 2 – сопло эжектора; 3 – патрубок подвода газа; 4 – камера смешения; 5 – диффузор; 6 – бак-газоотделитель; 7 – направляющий патрубок подвода смеси; 8 – патрубок отвода газа; 9 – регулятор уровня жидкости

Fig. 3. Hydrojet compressor with a gas separator diagram: 1 – body; 2 – ejector nozzle; 3 – gas supply tube; 4 – mixing chamber; 5 – diffuser; 6 – gas separator tank; 7 – mixture supply directing tube; 8 – gas transfer tube; 9 – liquid level regulator

Рабочая жидкость (вода) поступает от насоса в корпус 1 струйного эжектора, откуда направляется через сопло в цилиндрическую камеру 4. При этом создается разрежение, благодаря которому через боковой патрубок 3 подсасывается газ (воздух) и полученная газожидкостная смесь, пройдя через диффузор 5, служащий для повышения степени сжатия, поступает в патрубок 7. Конструкция патрубка имеет форму, обеспечивающую тангенциальное направление течения газожидкостной смеси в цилиндрическом баке-газоотделителе 6, способствующее эффективному разделению газовой фазы от жидкой. Между магистралями подвода и отвода

газа имеется байпасная линия с клапаном, при открытии которого снижается расход, направляемый в дозаторы газа.

Подобные установки имеют более низкий коэффициент полезного действия по сравнению с обычным компрессором, но при малой степени повышения давления, необходимой для функционирования эталона, этот недостаток практически нивелируется. Кроме того, серийных компрессоров на требуемую производительность при малой степени повышения давления (отношение давления на выходе к давлению на входе на большинстве режимов работы требуется не более 1,1) не выпускается. Имеющиеся компрессоры на заданную производительность весьма габаритны и дорогостоящи, сложны в регулировании уровня давления и напора, требовательны к чистоте газа на входе, имеют сравнительно малый ресурс работы. Гидроструйные дожимные установки базируются на серийных водяных насосах, надежны и просты в регулировании, при малой степени сжатия имеют соизмеримый с классическим компрессором КПД.

Производительность водяного насоса рассчитана из условия компенсации гидравлических потерь, возникающих при прохождении газовой фазы по замкнутому контуру, включая потери в дозаторе, смесителе, газоотделителе по длине трубопроводов и местных сопротивлений (запорной арматуры, поворотов и др.)

Методика исследования

Теоретический расчет гидравлического сопротивления для двухфазных течений является довольно сложной задачей. Разные методики, полученные в основном обобщением эмпирических данных, могут давать различные результаты. Оценка гидравлических потерь в измерительной линии проведена по методике, приведенной в работах [10, 11], для суммарной максимальной производительности насосов рабочих жидкостей, составляющей 300 т/ч, и объемному расходу газа при рабочих условиях 2,5 МПа, соответствующему 400 м³/ч.

Согласно выбранной методике, перепад давления на единицу длины определяется по соотношениям, полученным обобщением экспериментальных данных:

$$\Delta P/L = \Phi_{ж}^2(\Delta P/L)_{ж} = \Phi_{г}^2(\Delta P/L)_{г}, \quad (1)$$

где $(\Delta P/L)_{ж}$ и $(\Delta P/L)_{г}$ – потери давления на 1 м трубопровода длиной L м в случае движения одной лишь жидкости и одного только газа при той же скорости, температуре и давлении двухфазного потока. Величины $\Phi_{ж}$ и $\Phi_{г}$ называются коэффициентами двухфазности и определяются по эмпирическим графикам [11]. Для

заданного режима суммарный объемный расход двухфазной смеси:

$$Q = Q_{\Gamma} + Q_{\text{ж}} = 700 \text{ м}^3/\text{ч} = 0,194 \text{ м}^3/\text{с}. \quad (2)$$

Отсюда скорость потока при диаметре трубопровода $d = 0,15 \text{ м}$:

$$U = 4Q/(\pi d^2) = 11 \text{ м/с}. \quad (3)$$

Для потока воды с этой скоростью число Рейнольдса:

$$Re_{\text{ж}} = Ud/\nu = 12 \cdot 0,15/10^{-6} = 1,8 \cdot 10^6. \quad (4)$$

Соответственно коэффициент гидравлических потерь:

$$\zeta_{\text{ж}} = 0,3164/Re_{\text{ж}}^{0,25} = 0,0086. \quad (5)$$

С учетом этого потери давления для жидкости составят:

$$(\Delta P/L)_{\text{ж}} = \zeta_{\text{ж}} \rho_{\text{ж}} U^2/2d = 0,0086 \cdot 10^3 \cdot 11^2/(2 \cdot 0,15) = 3470 \text{ Па/м}. \quad (6)$$

Для потока газа (воздуха) со скоростью $U = 11 \text{ м/с}$ число Рейнольдса:

$$Re_{\Gamma} = Ud/\nu = 11 \cdot 0,15/1,5 \cdot 10^{-5} = 1,1 \cdot 10^5. \quad (7)$$

Соответственно коэффициент гидравлических потерь

$$\zeta_{\Gamma} = 0,3164/Re_{\Gamma}^{0,25} = 0,0174. \quad (8)$$

Тогда при плотности газа при 2,5 МПа $\rho_{\Gamma} = 31,25 \text{ кг/м}^3$:

$$(\Delta P/L)_{\Gamma} = \zeta_{\Gamma} \rho_{\Gamma} U^2/2d = 0,0174 \cdot 31,25 \cdot 11^2/(2 \cdot 0,15) = 219 \text{ Па/м}. \quad (9)$$

Отсюда следует:

$$[(\Delta P/L)_{\text{ж}}/(\Delta P/L)_{\Gamma}]^{0,5} = (3470/219)^{0,5} = 4,0. \quad (10)$$

Из эмпирических графиков [33] находим $\Phi_{\text{ж}} = 2$ и $\Phi_{\Gamma} = 8$.

Таким образом, гидравлическое сопротивление канала для газожидкостного потока

$$\Delta P/L = \Phi_{\text{ж}}^2 (\Delta P/L)_{\text{ж}} = 2^2 \cdot 3470 = 13880 \text{ Па/м} \quad (11)$$

или

$$\Delta P/L = \Phi_{\Gamma}^2 (\Delta P/L)_{\Gamma} = 8^2 \cdot 219 = 14016 \text{ Па/м}. \quad (12)$$

Как видно, обе оценки дают примерно одинаковый результат. С учетом конструктивных размеров возьмем максимальную величину гидравлического сопротивления, и для трубопровода длиной $L = 20 \text{ м}$ потери давления составят:

$$\begin{aligned} \Delta P &= (\Delta P/L) \cdot L_{\text{тр}} = 14016 \cdot 20 = \\ &= 280320 \text{ Па} = 2,77 \text{ бар}. \end{aligned} \quad (13)$$

Проверка конструктивных решений

При проектировании дожимной установки была поставлена цель повышения давления рабочей газожидкостной смеси на соответствующую величину для компенсации расчетных потерь и устойчивой работы эталона при максимальных расходах. Для проверки правильности конструктивных решений была проведена серия экспериментальных исследований на модельной гидроструйной установке, по результатам которых принято решение об изготовлении блока, состоящего из четырех компрессоров.

Приемочные испытания эталона показали стабильность его работы во всем заявленном диапазоне воспроизведения расхода газожидкостной смеси (рис. 4).

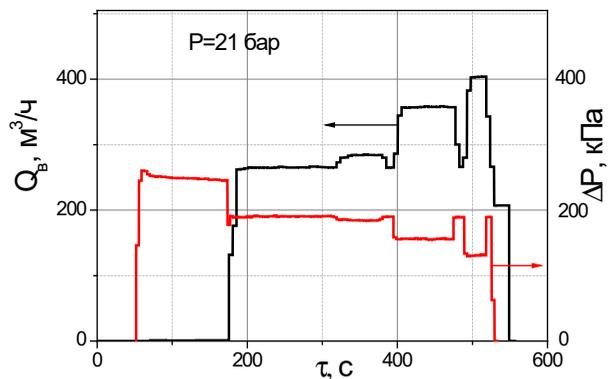


Рис. 4. Параметры работы эталона в течение времени
Fig.4. Parameters of the standard operation during the time

Сепаратор был разработан с учетом рекомендаций, приведенных в работе [12], предназначен для разделения жидких компонентов газожидкостной смеси, а также для хранения (совместно с газоотделителем) сжатого газа, выполнен по оригинальной конструкции. Расположение основных элементов с условно снятой обечайкой бака показано на рис. 5.

Бак-сепаратор выполнен в виде емкости цилиндрической формы с эллиптическими днищами, имеет следующие характеристики:

- длина 9815 мм;
- внутренний диаметр 1891 мм;
- общий объем 26,68 м³;
- толщина обечайки бака 18 мм;
- сварная конструкция из нержавеющей стали удовлетворяет ПБ 03-576-03 «Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением».

Процесс разделения в сепараторе происходит следующим образом. Смесь жидких компонентов через два трубопровода 1 с диффузорными выходами 2 поступает в центральный отсек бака-сепаратора.

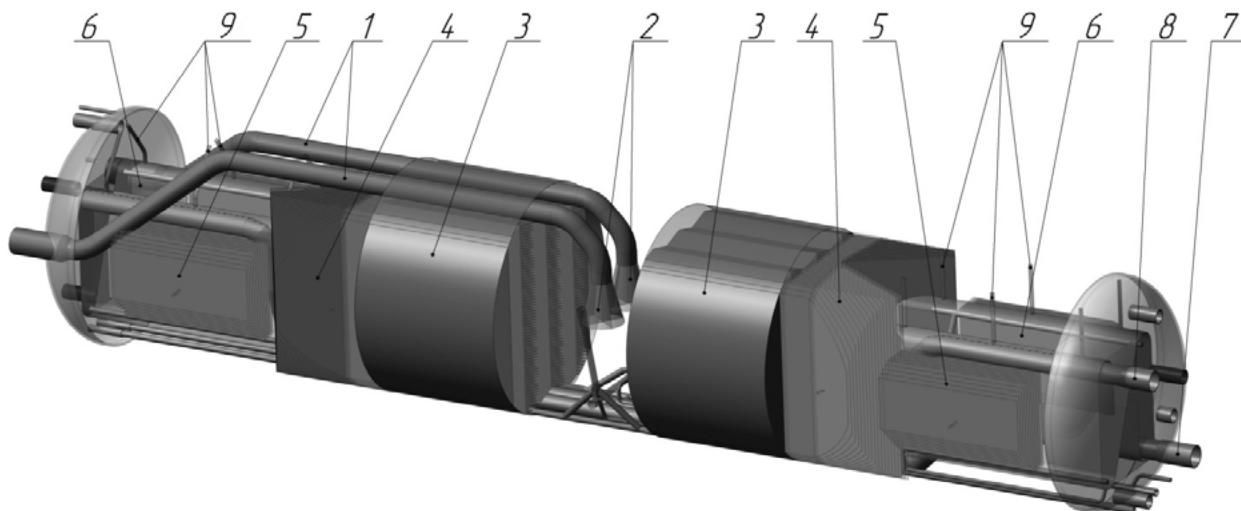


Рис. 5. Сепаратор жидких компонентов в разрезе: 1 – трубы подвода смеси; 2 – выходные диффузоры труб подвода смеси; 3 – коалесцирующие устройства; 4 – успокоители потока смеси; 5 – успокоители потоков компонентов; 6 – заборные устройства компонентов; 7 – труба забора воды; 8 – труба забора Exxsol; 9 – трубки связи полостей заборных устройств с газовой подушкой

Fig. 5. Liquid component separator in section: 1 – mixture supply tubes; 2 – outlet diffusers of mixture supply tubes; 3 – coalescers; 4 – mixture flow stabilizers; 5 – component flow stabilizers; 6 – component intake devices; 7 – water intake tubes; 8 – Exxsol intake tube; 9 – tubes connecting the cavities of the intake devices with the gas cushion

На диффузорах устанавливаются решетки для обеспечения безотрывного режима течения и уменьшения гидравлических потерь. Из центральной части бака смесь двумя потоками направляется в два коалесцирующих устройства 3. Такое разделение смеси на два потока с одинаковым расходом позволяет снизить скорости в баке в два раза для успокоения и более быстрого расслоения смеси. Коалесцирующие устройства 3 представляют собой щелевые каналы «ёлочного» вида в поперечном сечении, на гребнях которых под действием архимедовых сил собираются струи Exxsol, а во впадинах – струи воды.

После выхода из коалесцирующих устройств потоки попадают в соответствующие успокоители потоков смеси 4, где происходит всплытие струй Exxsol и осаждение струй воды. Успокоители представляют собой вертикальные щелевые каналы по всей высоте жидкости в баке. Ширина щелей подобрана так, чтобы режимы течения смеси и компонентов даже при максимальных расходах оставались ламинарными. При этом избегается турбулизация и перемешивание потоков компонентов.

Непосредственно за успокоителями, в том числе – через успокоители потоков компонентов 5 – Exxsol и вода поступают в два заборных устройства 6. Успокоители потоков компонентов располагаются вдоль заборных устройств и имеют аналогичное

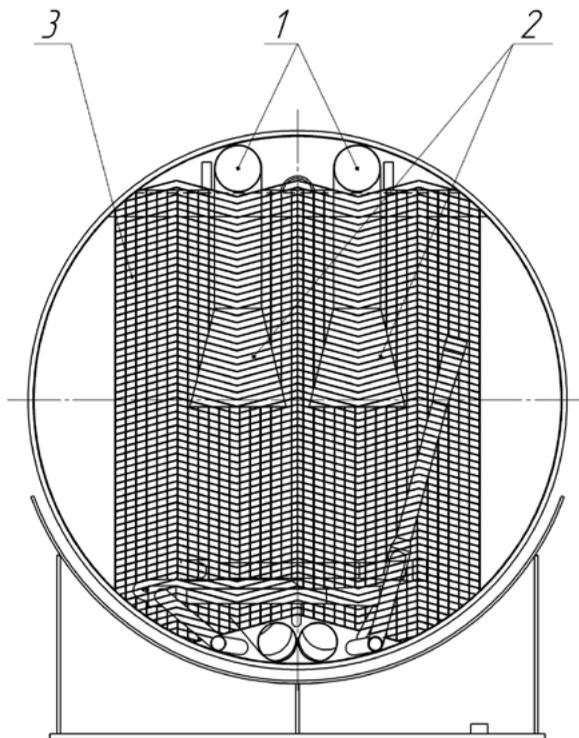


Рис. 6. Коалесцирующие устройства в поперечном разрезе: 1 – трубы подвода; 2 – выходные диффузоры; 3 – щелевые каналы

Fig. 6. Coalescers in cross section: 1 – supply tubes; 2 – outlet diffusers; 3 – slot-shaped channels

назначение – предотвращают турбулизацию потоков компонентов смеси вдоль поверхности их раздела. Заборные устройства имеют И-образную форму, верхние точки полостей которых связаны с газовой подушкой бака через «дыхательные» трубки 9 с целью удаления из них воздушных (газовых) пробок в начале работы. В верхние полости поступает легкий компонент смеси Eххsol, в нижние – вода. Из нижней части по трубе 7, проходящей через оба устройства, вода забирается насосом, находящимся за пределами сепаратора. Труба 7 в пределах заборных устройств имеет ряд отверстий вдоль нижней образующей для забора воды. В верхних точках этой трубы просверлены несколько отверстий малого диаметра для выпуска воздушной (газовой) пробки из трубы в процессе заполнения бака жидкостями. Аналогичным образом по трубе 8 из верхних полостей соответствующим насосом забирается Eххsol. Забор Eххsol из заборного устройства производится через ряд отверстий вдоль верхней образующей трубы 8.

Результаты и обсуждение

Главный результат работы – созданная автономная эталонная установка с диапазонами воспроизведения массового расхода жидкой смеси – до 300 т/ч, объемного расхода газа – до 10 000 м³/ч.

Оригинальная конструкция дожимной установки при сравнительно небольших финансовых затратах на изготовление и эксплуатационные расходы на энергопотребление обеспечивает стабильность параметров расхода и содержания компонент газожидкостной смеси, показала высокую эффективность.

Входящая в состав уникальная сепарационная установка интенсифицирует процесс разделения жидких компонентов смеси, обеспечивая полноту сепарации и повышая точность их дозирования.

Заключение

Установка существенно увеличивает возможности эталонной базы ВНИИР, как следствие – повышается уровень достоверности измерений, проводимых компаниями при добыче углеводородного сырья – нефти, газа и газового конденсата. С принятием в эксплуатацию описанной в статье установки улучшается система государственного контроля количества извлекаемых нефти и газа. Одновременно повышается качество мониторинга экологической обстановки на месторождениях.

Вклад соавторов: Kudusov D. I. – проведение исследовательских работ; Levin K. A. – осуществление формального анализа, написание статьи, подготовка и создание визуальных материалов; Malyshev S. L. – осуществление анализа результатов исследований.

Contribution of the authors: Kudusov D. I. – conducting research; Levin K. A. – formal analysis, writing a draft of the article, research work, preparing and creating visual materials; Malyshev S. L. – analysis of research results.

Конфликт интересов: Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с содержанием настоящей статьи.

Conflict of interest: The authors declare that there are no obvious or potential conflicts of interest related to the content of this article.

Финансирование: Данное исследование выполнено в рамках проведения опытно-конструкторских работ при финансовой поддержке Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии.

Funding: This research was carried out as part of development work with the financial support of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Разработка и создание Государственного первичного специального эталона единицы массового расхода газожидкостных смесей ГЭТ 195-2011 / В. Г. Соловьев [и др.] // Вестник Казанского государственного технического университета им. А. Н. Туполева. 2013. № 3. С. 32–38.
2. Kudusov D. I., Malyshev S. L. Совершенствование Государственного первичного специального эталона единицы массового расхода газожидкостных смесей ГЭТ 195-2011 // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. 2021. № 3(572). С. 55–58.
3. Кутателадзе С. С., Стырикович М. А. Гидродинамика газожидкостных систем / изд. 2-е, перераб. и доп. М. : Энергия, 1976. 296 с.
4. Лямаев Б. Ф. Гидроструйные насосы и установки. Л. : Машиностроение. 1988. 256 с.
5. Мустафаев А. М., Гутман Б. М. Гидроциклоны в нефтедобывающей промышленности. М. : Недра, 1981. 260 с.
6. Panevnyk D. A. Simulation of a downhole jet-vortex pump's working process // Nafta-Gaz. 2021. № 9. P. 579–586. <https://10.18668/NG.2021.09.02>
7. Panevnyk D., Krehel' R. Investigation of the characteristics of an oil jetpump when using a group ground drive // Journal of Engineering Research. 2023. Vol. 11, Iss. 1. P. 100004. <https://10.1016/j.jer.2023.100004>

8. Study on effective phase interfacial area at different injection angles of hydro-jet cyclone / L. Wang [et al.] // *Chemical Engineering Science*. 2024. Vol. 284. P. 119336. <https://doi.org/10.1016/j.ces.2023.119336>
9. Устройство воспроизведения расходов газожидкостных потоков : Пат. 200842 РФ ; заявл. 09.10.2019; опубл. 13.11.2020, Бюл. № 32. 7 с.
10. *Идельчик И. Е.* Справочник по гидравлическим сопротивлениям. М. : Машиностроение, 1992. 676 с.
11. *Лабунцов Д. А., Ягов В. В.* Механика двухфазных систем. М. : Издательство МЭИ, 2000. 374 с.
12. *Гельперин Н. И.* Основные процессы и аппараты химической технологии. М. : Химия, 1981. 812 с.

REFERENCES

1. Soloviev V. G., Varsegov V. L., Malyshev S. L., Petrov V. N. Development and creation of state primary special standard of a mass flow-rate unit of GET 195-2011 gas-liquid mixtures. *Vestnik of KNRTU n. a. N. Tupolev*. 2013;3:32–38. (In Russ.).
2. Kudosov D. I., Malyshev S. L. Improvement of the State primary special standard for the unit of mass consumption of gas-liquid mixtures GET 195-2011. *Avtomatizatsiya, telemekhanizatsiya i svyaz' v neftyanoy promyshlennosti*. 2021;3(572):55–58. (In Russ.).
3. Kutateladze S. S., Styrikovich M. A. Hydrodynamics of gas-liquid systems. 2nd ed. Moscow: E'nergiya; 1976. 296 p. (In Russ.).
4. Lyamaev B. F. Hydraulic jet pumps and installations. Leningrad: Mashinostroenie; 1988. 256 p. (In Russ.).
5. Mustafaev A. M., Gutman B. M. Hydrocyclones in the oil industry. Moscow: Nedra; 1981. 260 p. (In Russ.).
6. Panevnyk D. A. Simulation of a downhole jet-vortex pump's working process. *Nafta-Gaz*. 2021;9:579–586. <https://10.18668/NG.2021.09.02>
7. Panevnyk D., Krehel' R. Investigation of the characteristics of an oil jetpump when using a group ground drive. *Journal of Engineering Research*. 2023;11(1):100004. <https://10.1016/j.jer.2023.100004>
8. Wang L., Liu W., Yang P., Chang Y., Duan X., Xiao L. et al. Study on effective phase interfacial area at different injection angles of hydro-jet cyclone. *Chemical Engineering Science*. 2024;284:119336. <https://doi.org/10.1016/j.ces.2023.119336>
9. Kudosov D. I. Device for reproducing gas-liquid flow rates. Patent RF, no. 200842. (In Russ.).
10. Idelchik I. E. Handbook of hydraulic resistance. Moscow: Mashinostroenie; 1992. 676 p. (In Russ.).
11. Labuntsov D. A., Yagov V. V. Mechanics of two-phase systems. Moscow: Izdatel'stvo MEI; 2000. 374 p. (In Russ.).
12. Gelperin N. I. The main processes and devices of chemical technology. Moscow: Ximiya; 1981. 812 p. (In Russ.).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

ГОСТ 8.637-2013 Межгосударственный стандарт. Государственная система единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений массового расхода многофазных потоков = State system for ensuring the uniformity of measurements. State verification schedule of multiphase flow measuring tools. М. : Стандартинформ, 2014. 6 с.

ГЭТ 195-2011 Государственный первичный специальный эталон единицы массового расхода газожидкостных смесей / Институт-хранитель ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева» // Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений : официальный сайт. 2012. URL: <https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry/12/items/397881> (дата обращения: 25 сентября 2024 г.).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Кудусов Дамир Исавильевич – ведущий инженер ВНИИР – филиала ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»
420088, Россия, Республика Татарстан, г. Казань,
ул. 2-я Азинская, 7а
e-mail: office@vniir.org

Левин Кирилл Александрович – начальник отдела метрологического обеспечения средств и систем измерений расхода и количества сырой нефти и газожидкостных потоков, ВНИИР – филиала ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»
420088, Россия, Республика Татарстан, г. Казань,
ул. 2-я Азинская, 7а

Малышев Сергей Львович – канд. техн. наук, старший научный сотрудник ВНИИР – филиала ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»
420088, Россия, Республика Татарстан, г. Казань,
ул. 2-я Азинская, 7а

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Damir I. Kudosov – Leading Engineer VNIIR – Affiliated Branch of the D. I. Mendeleev Institute for Metrology
7a 2nd Azinskaya st., Kazan, Republic of Tatarstan, 420088, Russia
e-mail: office@vniir.org

Kirill A. Levin – Head of the Department of Metrological Support of Means and Systems for Measuring the Flow Rate and Quantity of Crude Oil and Gas-Liquid Flows, VNIIR – Affiliated Branch of the D. I. Mendeleev Institute for Metrology
7a 2nd Azinskaya st., Kazan, Republic of Tatarstan, 420088, Russia

Sergey L. Malyshev – Cand. Sci. (Eng.), Senior Researcher of the VNIIR – Affiliated Branch of the D. I. Mendeleev Institute for Metrology
7a 2nd Azinskaya st., Kazan, Republic of Tatarstan, 420088, Russia

СТАНДАРТНЫЕ ОБРАЗЦЫ

Научная статья
УДК 006.067:62–97/-98
<https://doi.org/10.20915/2077-1177-2024-20-3-23-40>



Сертифицированный стандартный образец состава энергетического масла

К. Д. Черкашина , П. А. Годунов , П. Д. Богданова , Д. А. Вирки , А. В. Булатов  

ООО «Петроаналитика», г. Санкт-Петербург, Россия
 a.bulatov@petroanalytica.ru

Аннотация: Электрические трансформаторы – ключевой элемент в процессе распределения электроэнергии от производителя к конечному потребителю. Надежность работы электрических трансформаторов обеспечивается посредством систематического мониторинга состояния конструкции с использованием в этих целях химического анализа энергетического (трансформаторного) масла, применяемого для электрической изоляции и охлаждения трансформаторов.

Оценить рабочий ресурс энергетического масла и, что также немаловажно, – бумажной изоляции позволяет оценка содержания антиокислительной присадки (ионола) и фурановых производных (фурфурола, 2-ацетилфурана и 5-метилфурфурола).

В статье проведен критический анализ методик измерений ионола и фурановых производных в маслах. В частности, установлено, что наибольшее распространение для определения ионола и фурановых производных имеют методы жидкостной и газовой хроматографии с предварительным выделением аналитов на принципах жидкостной/твердофазной экстракции.

Одновременно выявлена потребность в матричных стандартных образцах с установленной метрологической прослеживаемостью для метрологического обеспечения методик измерений содержания ионола и фурановых производных в маслах. Поэтому целью настоящего исследования стала разработка сертифицированного стандартного образца (ССО) состава энергетического масла.

Технология приготовления такого ССО, выполненная в ходе исследования, обеспечивает возможность приготовления материала с необходимыми концентрациями аналитов. В статье описана последовательность приготовления партии ССО, представлены выводы изучения стабильности и межэкземплярной однородности материала.

Заслуживает внимания приведенный расчет стандартной неопределенности для аттестованного значения ССО от способа характеристики, от неоднородности и от нестабильности материала в соответствии с ГОСТ ISO Guide 35–2015. Установлена метрологическая прослеживаемость аттестованных значений ССО к единице величины «массовая доля компонента», воспроизводимой Государственным первичным эталоном единицы массовой (молярной) доли и массовой (молярной) концентрации органических компонентов в жидких и твердых веществах и материалах на основе жидкостной и газовой хромато-масс-спектрометрии с изотопным разбавлением и гравиметрии (ГЭТ 208–2019). Компетентность исследования подтверждает тот факт, что в итоге ССО утвержден как ГСО 12232–2023.

Ключевые слова: сертифицированный стандартный образец, энергетическое масло, трансформаторное масло, фурановые производные, ионол

Принятые сокращения: ССО – сертифицированный стандартный образец; ЖЭ – жидкостная экстракция; ТФЭ – твердофазная экстракция; ВЭЖХ-УФ – высокоэффективная жидкостная хроматография с фотометрическим детектированием в УФ-области; ГХ-МС – газовая хроматография с масс-спектрометрическим детектированием; ГХ-ПИД – газовая хроматография с пламенно-ионизационным детектированием.

Ссылка при цитировании: Сертифицированный стандартный образец состава энергетического масла / К. Д. Черкашина [и др.] // Эталоны. Стандартные образцы. 2024. Т. 20, № 3. С. 23–40. <https://doi.org/10.20915/2077-1177-2024-20-3-23-40>

Статья поступила в редакцию 27.02.2024; одобрена после рецензирования 25.03.2024; принята к публикации 25.06.2024.

REFERENCE MATERIALS

Research Article

Reference Material for the Composition of Fuel Oil

Ksenia D. Cherkashina , Pavel A. Godunov , Polina D. Bogdanova , Dmitry A. Virki ,
Andrey V. Bulatov  

LLC «Petroanalytica», St. Petersburg, Russia
 a.bulatov@petroanalytica.ru

Abstract: Electrical transformers are a key element in the process of distributing electricity from the producer to the final consumer. The reliability of electrical transformers is ensured through systematic monitoring of the structural condition using chemical analysis of fuel (transformer) oil used for electrical insulation and cooling of transformers.

The working life of energy oil and paper insulation can be assessed by evaluating the content of antioxidant additive (ionol) and furan derivatives (furfuryl alcohol, furfural, 2-acetylfuran and 5-methylfurfural).

The article provides a critical analysis of methods for measuring ionol and furan derivatives in oils. In particular, it has been established that the most widely used methods for the identification of ionol and furan derivatives are liquid and gas chromatography methods with preliminary isolation of analytes based on the principles of liquid/solid-phase extraction. At the same time, the need for matrix reference materials with established metrological traceability was identified for metrological support of methods for measuring the content of ionol and furan derivatives in oils. Therefore, the purpose of this study was the development of a certified reference material (CRM) for the composition of fuel oil.

The technology for producing such a CRM makes it possible to prepare the material with the required concentrations of analytes. The article describes the sequence of preparation of a CRM batch and presents the conclusions of studying the stability and between-bottle homogeneity of the material.

The given calculation of the standard uncertainty for the certified value of the CRM from the characterization method, heterogeneity, and instability of the material in accordance with GOST ISO Guide 35–2015 deserves attention. The metrological traceability of certified values of the CRM to the unit of value «mass fraction of a component» reproduced by the State Primary Standard of units of mass (molar) fraction and mass (molar) concentration of organic components in liquid and solid substances and materials based on liquid and gas chromatography-mass spectrometry with isotope dilution and gravimetry (GET 208–2019).

The competence of the study is confirmed by the fact that the CRM was recognized as GSO 12232–2023.

Keywords: certified reference material, fuel oil, transformer oil, furan derivatives, ionol

Abbreviations used: CRM – certified reference material; LE – liquid extraction; SPE – solid phase extraction; HPLC-UV – high-performance liquid chromatography with ultraviolet detection; GC-MS – gas chromatography-mass spectrometry; GC-FID – gas chromatography with flame ionization detection.

For citation: Cherkashina K. D., Godunov P. A., Bogdanova P. D., Virki D. A., Bulatov A. V. Reference material for the composition of fuel oil. *Measurement Standards. Reference Materials*. 2024;20(3):23–40. (In Russ.). <https://doi.org/10.20915/2077-1177-2024-20-3-23-40>

The article was submitted 27.02.2024; approved after reviewing 25.03.2024; accepted for publication 25.06.2024.

Введение

Номенклатура оборудования

Регулярный мониторинг состояния электрических трансформаторов как ключевых аппаратов для распределения электроэнергии необходим для обеспечения их надежной работы. Оставшийся ресурс работы трансформаторов обычно оценивают путем контроля состояния их изоляционной системы, которая состоит из двух основных компонентов: изоляционной бумаги и энергетического (трансформаторного) масла [1]. Бумага в трансформаторе используется для разделения проводников, предотвращения короткого замыкания и обеспечения механической прочности обмотки. Энергетическое масло применяется для создания электрической изоляции и охлаждения системы трансформатора [2].

В процессе эксплуатации под воздействием высоких температур и возникающего коронного разряда энергетические масла деградируют с образованием продуктов окисления исходной матрицы, что вызывает повышение кислотности масла и способствует появлению осадка, затрудняющего отвод тепла от активных частей трансформатора [3]. Для предотвращения таких процессов в состав энергетического масла вводят антиокислительные присадки, среди которых наиболее часто применяют ионол (агидол-1; 2,6-ди-*трет*-бутил-*п*-крезол, рис. 1) [4].

В качестве изоляционной бумаги широко используется крафт-бумага, которая состоит

из целлюлозы (78–80%), гемицеллюлозы (10–20%) и лигнина (2–6%) [5]. В процессе долгосрочной эксплуатации изоляционная бумага в трансформаторе разрушается из-за различных воздействий (теплого, электрического, механического и химического), что негативно сказывается на ее механической прочности и способности выдерживать короткие замыкания и дуговые процессы в системе трансформатора [6]. Химическое разложение изоляционной бумаги заключается в распаде молекул целлюлозы, катализируемом ионами водорода, с образованием 5-гидроксиметил-фурфурола и фурфурола. Из 5-гидроксиметил-фурфурола и фурфурола в результате побочных химических реакций образуются фурфуроловый спирт, 2-ацетилфуран и 5-метил-фурфурол (рис. 1). Со временем фурановые производные посредством диффузии переходят в трансформаторное масло. По содержанию фурановых производных в масле оценивают оставшийся ресурс бумажной изоляции. В табл. 1 показана корреляция между содержанием 2-фурфурола в трансформаторном масле и состоянием бумажной изоляции.

Нормативная база

Для определения содержания ионола в энергетическом масле выполняют испытания в соответствии со следующими документами: ГОСТ Р МЭК 60666–2013, ГОСТ ИЕС60666–2014, СТО 56947007-29.180.010.008-2008, РД 34.43.105-89, РД 34.43.208-95, РД 34.43.209-97,

Таблица 1. Состояние бумажной изоляции в зависимости от содержания 2-фурфурола в трансформаторном масле [7]

Table 1. Condition of paper insulation depending on the content of 2-furfural in transformer oil [7]

Содержание 2-фурфурола в масле, мг/кг	Степень полимеризации изоляционной бумаги	Состояние изоляции трансформатора
< 0,1	1 200–800	новое
0,1–0,5	800–550	допустимое
1,0–2,0	500–450	требует внимания
> 10,0	< 200	недопустимое

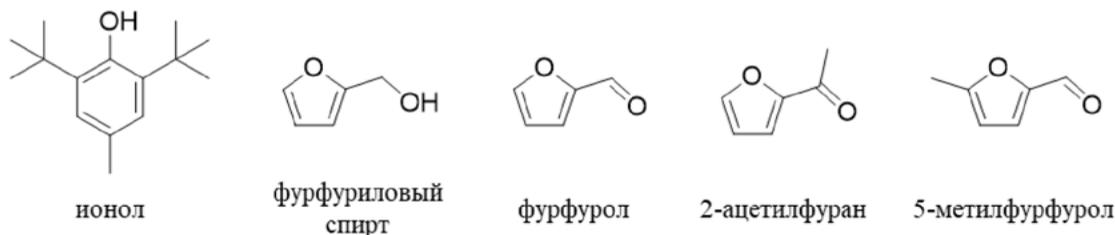


Рис. 1. Структурные формулы ионола и фурановых производных

Fig. 1. Structural formulas of ionol and furan derivatives

МКХА 01-99, МКХА КН-01-12 (ФР.1.31.2015.21310), СТО 70238424.27.100.053-2013, ASTM D2668-07(2021), ASTM D4768-11(2019)¹.

Для определения содержания фурановых производных руководствуются следующими документами: ГОСТ Р МЭК 61198–2013, ГОСТ IEC61198–2014, IEC61198:1993, РД 34.51.304-94, СТО 56947007-29.180.010.009-2008, МКХА 01-99, СТО 70238424.27.100.053-2013, МКХА КН-01-12 (ФР.1.31.2015.21310), ASTM D5837-15².

¹ ГОСТ Р МЭК 60666–2013 Национальный стандарт Российской Федерации. Масла изоляционные нефтяные. Обнаружение и определение установленных присадок.

ГОСТ IEC 60666–2014 Межгосударственный стандарт. Масла изоляционные нефтяные. Обнаружение и определение установленных присадок.

СТО 56947007-29.180.010.008-2008 Методические указания по определению содержания ионола в трансформаторных маслах методом газовой хроматографии.

РД 34.43.105-89 Методические указания по эксплуатации трансформаторных масел.

РД 34.43.208-95 Методика количественного химического анализа. Определение содержания присадок в энергетических маслах методом высокоэффективной жидкостной хроматографии.

РД 34.43.209-97 Экспресс-метод определения антиокислительной присадки (ионола) в свежих и эксплуатационных турбинных маслах.

МКХА 01-99 Методика количественного хроматографического анализа. Определение содержания ионола и фурановых производных в трансформаторных маслах методом газожидкостной хроматографии.

МКХА КН-01-12 (ФР.1.31.2015.21310) Методика количественного хроматографического анализа. Определение содержания фурановых производных и антиокислительной присадки ионола в энергетических маслах методом газожидкостной хроматографии.

СТО 70238424.27.100.053-2013 Стандарт организации. Энергетические масла и маслохозяйства электрических станций и сетей организация эксплуатации и технического обслуживания нормы и требования.

ASTM D2668-07(2021) Standard test method for 2,6-di-tert-butyl-p-cresol and 2,6-di-tert-butyl phenol in electrical insulating oil by infrared absorption.

ASTM D4768-11(2019) Standard test method for analysis of 2,6-ditertiary-butyl para-cresol and 2,6-ditertiary-butyl phenol in insulating liquids by gas chromatography.

² ГОСТ Р МЭК 61198–2013 Национальный стандарт Российской Федерации. Масла изоляционные нефтяные. Методы определения 2-фурфузола и родственных соединений.

ГОСТ IEC 61198–2014 Масла изоляционные нефтяные. Методы определения 2-фурфузола и родственных соединений. IEC 61198:1993 Mineral insulating oils – Methods for the determination of 2-furfural and related compounds.

РД 34.51.304-94 Методические рекомендации по применению в энергосистемах тонкослойной хроматографии для оценки остаточного ресурса твердой изоляции по наличию фурановых соединений в трансформаторном масле.

Методология измерений

Основные характеристики методик измерений представлены в табл. 2. Для определения ионола и фурановых производных наибольшее распространение нашли методы жидкостной и газовой хроматографии. Стадия пробоподготовки включает процедуры выделения аналитов из масла методом жидкостной или твердофазной экстракции, т. к. матричные компоненты пробы оказывают мешающее влияние на их хроматографическое определение. Процедура пробоподготовки подразумевает применение органических растворителей (ацетонитрил, метанол, этанол), воды и сорбентов (силикагель, сверхсшитый полистирол). При этом время пробоподготовки составляет от 6 мин до 5 ч. Следует отметить, что 5-гидроксиметил-фурфурол является нестабильным веществом при нагревании, поэтому его не определяют методом газовой хроматографии [8].

Целеполагание

Актуальность исследования и настоящей статьи предопределена очевидным фактом: для метрологического обеспечения методик измерений, включающих многостадийные процедуры пробоподготовки, требуется применение матричных стандартных образцов с установленной метрологической прослеживаемостью.

Цель настоящего исследования – разработка сертифицированного стандартного образца (ССО) состава энергетического масла.

Задачи, которые требуется выполнить для реализации поставленной цели:

- 1) разработать технологию приготовления ССО, обеспечивающую возможность приготовления материала с необходимыми концентрациями аналитов;
- 2) выбрать способ аттестации ССО;
- 3) исследовать стабильность и однородность материала;
- 4) оценить метрологические характеристики ССО;
- 5) установить метрологическую прослеживаемость аттестованных значений.

Материалы и методы

Реактивы и материалы

В качестве матрицы ССО применяли трансформаторное масло ГК по ТУ 38.1011025–85 производства

СТО 56947007-29.180.010.009-2008 Методические указания по определению содержания фурановых производных в трансформаторных маслах методом газовой хроматографии.

ASTM D5837-15 Standard test method for furanic compounds in electrical insulating liquids by high-performance liquid chromatography (HPLC).

Таблица 2. Характеристики методик измерений ионола и фурановых производных в энергетических маслах

Table 2. Characteristics of methods for measuring ionol and furan derivatives in fuel oils

Метод определения	Метод пробоподготовки	Аналиты	Время пробоподготовки	Диапазон определяемых концентраций	Повторяемость	Воспроизводимость	Нормативный документ
ВЭЖХ-УФ	ЖЭ (экстрагент – ацетонитрил-метанол, 1 см ³)	5-гидроксиметил-фурфурол, фурфуриловый спирт, фурфурол, 2-ацетилфуран, 5-метилфурфурол	6 мин	(0,01–10,00) мг/дм ³	12% (от 0,01 до 1,00 мг/дм ³) 5% (от 1 до 10 мг/дм ³)	17% (от 0,01 до 1,00 мг/дм ³) 10% (от 1 до 10 мг/дм ³)	ASTM D5837-15
	ТФЭ (силикагель)		10 мин				
ВЭЖХ-УФ	ЖЭ (экстрагент – ацетонитрил-метанол, 5 см ³)	5-гидроксиметил-фурфурол, фурфуриловый спирт, фурфурол, 2-ацетилфуран, 5-метилфурфурол	10 мин	(0,5–10,0) мг/кг	10% (до 1 мг/кг) 5% (от 1 мг/кг)	15% (до 1 мг/кг) 10% (от 1 мг/кг)	ГОСТ IEC61198–2014
	ТФЭ (силикагель)		12 мин				
ВЭЖХ-УФ	ТФЭ (сверхсшитый полистирол)	5-гидроксиметил-фурфурол, фурфурол, 2-ацетилфуран, 5-метилфурфурол	10 мин	(0,1–10,0) мг/кг	-	-	СТО 70238424.27.100.053-2013
ВЭЖХ-УФ	ЖЭ (экстрагент – ацетонитрил-вода, 1 см ³)	5-гидроксиметил-фурфурол, фурфурол, 2-ацетилфуран, 5-метилфурфурол	20 мин	(0,5–10,0) мг/кг	-	-	ФР.1.31.2008.04635
ГХ-ПИД	ЖЭ (экстрагент – ацетонитрил-вода, 1 см ³)	фурфуриловый спирт, фурфурол, 2-ацетилфуран, 5-метилфурфурол	5 ч	(0,5–20,0) мг/кг	7%	15%	СТО 56947007-29.180.010.009-2008
ГХ-ПИД	ЖЭ (экстрагент – ацетонитрил-вода, 1 см ³)	фурфуриловый спирт, фурфурол, 2-ацетилфуран, 5-метилфурфурол	30 мин	(0,5–20,0) мг/кг	15% (фурфурол), 10% (фурфуриловый спирт, 2-ацетилфуран, 5-метилфурфурол)	-	МКХА 01-99, МКХА КН-01-12 (ФР.1.31.2015.21310)
ВЭЖХ-УФ	ЖЭ (экстрагент – ацетонитрил-метанол, 5 см ³)	ионол	15 мин	(0,01–0,10)%	-	-	СТО 70238424.27.100.053-2013, РД 34.43.208-95

Окончание табл. 2
End of Table 2

Метод определения	Метод пробоподготовки	Аналиты	Время пробоподготовки	Диапазон определяемых концентраций	Повторяемость	Воспроизводимость	Нормативный документ
ВЭЖХ-УФ	ЖЭ (экстрагент – ацетонитрил-вода, 1 см ³)	ионол	20 мин	(0,05–0,40)%	-	-	ФР.1.31.2008.04635
ГХ-ПИД	ЖЭ (экстрагент – этанол, 2 см ³)	ионол	5 ч	(0,05–1,00)%	5%	-	СТО 56947007-29.180.010.008-2008
ГХ-ПИД	-	ионол	-	(0,04–0,50)%	-	-	ASTM D4768–11(2019)
ГХ-ПИД	ЖЭ (экстрагент – ацетонитрил-вода, 1 см ³)	ионол	30 мин	(0,01–0,50)%	10%	-	МКХА 01-99, МКХА КН-01-12 (ФР.1.31.2015.21310)
ИК-спектрометрия	-	ионол	-	(0,1–0,5)%	0,04 масс. %	0,04 масс. %	ASTM D2668-07(2021)
ИК-спектрометрия	ТФЭ (силикагель)	ионол	15 мин	(0,02–0,50)%	15%	45%	ГОСТ IEC60666–2014
	-			(0,1–0,4)%			
ВЭЖХ-УФ	ТФЭ (силикагель)			-			
ГХ-МС	-			(0,02–0,40)%	-	-	

ПАО «НК «Роснефть» (Россия). Для приготовления ССО использовали ионол (99,9%), фурфуролювый спирт (93,0%), фурфурол (97,8%), 2-ацетилфурфан (99,4%) и 5-метилфурфурол (99,2%) производства Sigma Aldrich (Германия). Для проведения твердофазной экстракции использовали картриджи (силикагель) производства Sigma Aldrich (Германия), а также н-пентан производства «Ленреактив» (Россия). Для проведения хроматографического анализа применяли метанол и ацетонитрил производства «Криохром» (Россия).

Технология приготовления материала ССО

На первом этапе были приготовлены индивидуальные растворы фурановых производных (1,0 г/кг) в трансформаторном масле с учетом чистоты применяемых реагентов. Определение фурановых производных и ионола в исходном масле выполняли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с фотометрическим детектированием в УФ-области (ВЭЖХ-УФ) по ГОСТ Р МЭК 61198–2013 и ГОСТ IEC 60666–2014 соответственно.

Материал ССО готовили путем смешения растворов фурановых производных, ионола и трансформаторного

масла в полимерной емкости на электронных лабораторных весах (NVL 20000 Ohaus Corporation (США)). Массы исходных растворов, ионола и трансформаторного масла выбирали так, чтобы приготовить ССО со следующими характеристиками:

- массовая доля ионола – 1,5 %;
- массовая доля фурфуролювого спирта – 10,0 мг/кг;
- массовая доля фурфурола – 10,0 мг/кг;
- массовая доля 2-ацетилфурана – 10,0 мг/кг;
- массовая доля 5-метилфурфурола – 10,0 мг/кг.

Приготовленный материал разливали в темные полимерные флаконы (номинальный объем – 100 см³), ССО хранили в холодильнике при температуре не выше +6 °С.

Определение однородности материала ССО

Межэкземплярную однородность ССО определяли в лаборатории ООО «Петроаналитика» в соответствии с рекомендациями ГОСТ ISO Guide 35–2015³. Для этого случайным образом отбирали 10 экземпляров

³ ГОСТ ISO Guide 35–2015 Межгосударственный стандарт. Стандартные образцы. Общие и статистические принципы сертификации (аттестации).

и проводили измерения массовой доли ионола по ГОСТ IEC 60666–2014 и массовых долей фурановых производных по ГОСТ Р МЭК 61198–2013 в условиях повторяемости.

Определение стабильности материала ССО

Стабильность (кратковременная и долговременная) экземпляров ССО определяли в лаборатории ООО «Петроаналитика» в соответствии с рекомендациями ГОСТ ISO Guide 35–2015 путем оценки изменения массовых долей фурановых производных (фурфуролового спирта, фурфурола, 2-ацетилфурана и 5-метилфурфурола) по ГОСТ Р МЭК 61198–2013 и ионола по ГОСТ IEC 60666–2014.

Исследование долговременной стабильности выполняли путем измерения массовых долей фурановых производных и ионола в ССО через каждые 1,5 месяца, при этом хранение материала осуществлялось в следующих климатических условиях:

температура окружающего воздуха – +6 °С;

атмосферное давление – (100 ± 7) кПа;

влажность воздуха – не более 95 %.

Для исследования кратковременной стабильности экземпляры ССО хранили при температуре (20 ± 2) °С в течение 28 дней, при этом каждые 7 дней отбирали по 2 экземпляра ССО для проведения измерений массовых долей фурановых производных и ионола.

Установление аттестованных значений ССО и метрологической прослеживаемости

Установление значений метрологических характеристик ССО проводили с помощью способа межлабораторной аттестации в соответствии с ГОСТ 8.532-2002⁴. Для этого в 9 независимых лабораторий, в том числе – аккредитованных на соответствие ГОСТ ISO/IEC 17025–2019⁵ – рассылали экземпляры ССО. Кроме того, проводили испытания в лаборатории ООО «Петроаналитика».

Содержание ионола определяли в соответствии со следующими документами: СТО 70238424.27.100.053-2013, СТО 56947007-29.180.010.008-2008, ГОСТ IEC 60666–2014, МКХА 01-99, ФР.1.31.2015.21310 (МКХА КН-01-12).

⁴ ГОСТ 8.532-2002 Межгосударственный стандарт. Стандартные образцы состава веществ и материалов. Межлабораторная метрологическая аттестация. Содержание и порядок проведения работ.

⁵ ГОСТ ISO/IEC 17025–2019 Межгосударственный стандарт. Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий.

Содержание фурановых производных определяли, руководствуясь следующими документами: ФР.1.31.2015.21310 (МКХА КН-01-12), ГОСТ Р МЭК 61198-2013, IEC 61198(1993), МКХА 01-99.

Для обеспечения метрологической прослеживаемости аттестованных значений применяли чистые вещества для хроматографии (ионол, фурфуроловый спирт, фурфурол, 2-ацетилфуран и 5-метилфурфурол). Чистые вещества для хроматографии применялись для построения градуировочных зависимостей при определении ионола и фурановых производных в процессе характеристики ССО. Массовые доли основных веществ были установлены посредством измерений на ГЭТ 208.

Определение содержания фурановых производных и ионола в материале ССО

Определение фурановых производных в лаборатории ООО «Петроаналитика» проводили в соответствии с ГОСТ Р МЭК 61198–2013. Далее последовательно опишем ход проведения анализа проб.

В мерный цилиндр с пробкой вместимостью 25 см³ помещали 20 см³ пробы масла, взвешенной с точностью до 0,1 мг. Пипеткой добавляли 5 см³ ацетонитрила. Полученную смесь встряхивали в течение 2 мин. После проведения экстракции смесь оставляли до полного разделения фаз. Экстракт отбирали и анализировали методом ВЭЖХ-УФ. Разделение проводили на хроматографической колонке Gemini C18 (250 мм × 4,6 мм × 5 мкм; 110 Å). Подвижная фаза состояла из воды (фаза А) и ацетонитрила (фаза Б). Элюирование осуществляли в градиентном режиме: до 14 мин объемная доля растворителя Б составляла 20%, с 14 по 15 мин объемная доля растворителя Б линейно увеличивалась до 99% и поддерживалась постоянной во время промывки до 23 мин, затем с 23 по 24 мин объемная доля растворителя Б линейно снижалась до 20% и поддерживалась постоянной до 30 мин. Скорость потока мобильной фазы – 0,75 см³/мин. Объем вводимого экстракта – 20 мкл. Колонку термостатировали при 40 °С. Детектирование выполняли при длинах волн 220 нм – для фурфуролового спирта, 280 нм – для фурфурола, 2-ацетилфурана и 5-метилфурфурола.

Типичные хроматограммы экстрактов приведены на рис. 2.

Определение ионола в лаборатории ООО «Петроаналитика» проводили в соответствии с ГОСТ IEC 60666–2014. Далее последовательно опишем ход проведения анализа проб.

Аликвоту трансформаторного масла (0,5 см³), взвешенную с точностью до 0,1 мг, растворяли

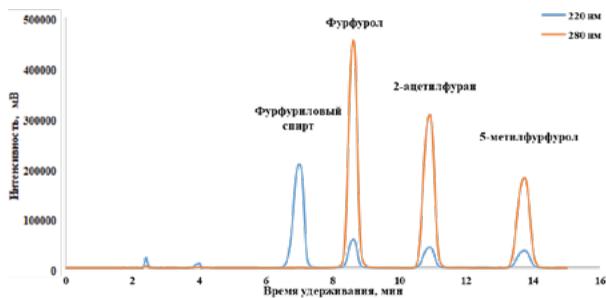


Рис. 2. Хроматограмма экстракта, полученного при определении фурановых производных

Fig. 2. Chromatogram of the extract obtained during the identification of furan derivatives

в 2,5 см³ н-пентана. Затем полученный раствор пропускали через картридж с силикагелем со скоростью не более 3 см³/мин. Для десорбции аналита через картридж пропускали 5 см³ метанола. Отбирали элюат и выполняли его анализ методом ВЭЖХ-УФ. Разделение проводили на хроматографической колонке Gemini C18 (250 мм × 4,6 мм × 5 мкм; 110 Å). Подвижная фаза состояла из воды (фаза А) и метанола (фаза Б). Элюирование осуществляли в градиентном режиме: до 5,2 мин объемная доля растворителя Б составляла 95 %, с 5,2 по 6,2 мин объемная доля растворителя Б линейно увеличивалась до 100 % и поддерживалась постоянной во время промывки до 11 мин, затем с 11 по 12 мин объемная доля растворителя Б линейно снижалась до 95 % и поддерживалась постоянной до 15 мин. Скорость потока мобильной фазы – 0,75 см³/мин. Колонку термостатировали при 40 °С. Детектирование выполняли при длине волны 272 нм.

Типичная хроматограмма экстракта приведена на рис. 3.

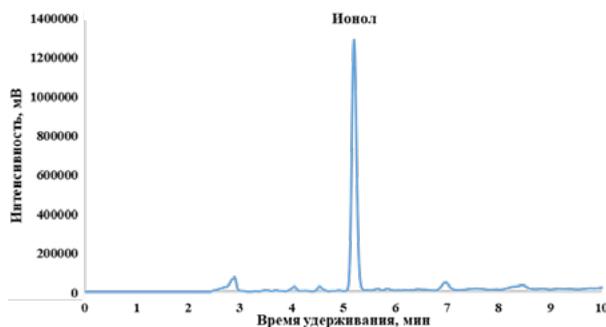


Рис. 3. Хроматограмма экстракта, полученного при определении ионола

Fig. 3. Chromatogram of the extract obtained during the identification of ionol

Результаты и обсуждение

Однородность материала ССО

Оценка однородности является одним из важнейших этапов разработки ССО. Для оценки межэкземплярной однородности проводили измерение массовой доли ионола и фурановых производных в 10 экземплярах ССО. Из каждого флакона отбирали две навески материала и выполняли два параллельных измерения. Полученные результаты представлены на рис. 2. Расхождения результатов измерения массовой доли фурановых производных и ионола не превышали пределов повторяемости по ГОСТ Р МЭК 61198–2013 и ГОСТ IEC 60666–2014 (5 и 15 % от среднего значения соответственно).

Результаты оценки межэкземплярной однородности обрабатывали при помощи метода однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA), в ходе которого вычисляли следующие показатели (табл. 3):

- среднее арифметическое значение результатов \bar{x} ;
- среднее значение по выборке $\bar{\bar{x}}$;

– квадрат разности среднего значения по выборке и среднего арифметического значения результатов $(\bar{x} - \bar{\bar{x}})^2$;

– сумму квадратов, рассчитанную при разбросе между группами (выборками) $SS_0(S_{between}) = \sum_{i=1}^m N \cdot (\bar{x}_i - \bar{\bar{x}})^2$, (N – число испытаний (2));

– сумму квадратов, рассчитанную при разбросе внутри групп (выборки) $SS_e(S_{within}) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^N (x_{ji} - \bar{x}_i)^2$;

- дисперсию, рассчитанную при разбросе между группами (выборками) $MS_0(M_{between}) = \frac{SS_0}{f_0}$, (f_0 – число степеней свободы при разбросе между группами (выборками) (10));
- дисперсию, рассчитанную при разбросе внутри групп (выборки) $MS_e(M_{within}) = \frac{SS_e}{f_e}$, (f_e – число степеней свободы при разбросе внутри групп (выборки) (10));
- дисперсию между выборками $S_A^2 = \frac{MS_0 - MS_e}{N}$, (N – число испытаний (2));
- стандартную неопределенность, связанную с межэкземплярной неоднородностью $u_{bb} = S_{bb} = \sqrt{S_A^2}$;
- относительную стандартную неопределенность, связанную с межэкземплярной неоднородностью $S_{bb(\% \text{ отн.})} = \frac{S_{bb}}{\bar{x}} \cdot 100\%$, где $\bar{\bar{x}}$ – среднее значение по выборке.

– дисперсию между выборками $S_A^2 = \frac{MS_0 - MS_e}{N}$, (N – число испытаний (2));

– стандартную неопределенность, связанную с межэкземплярной неоднородностью $u_{bb} = S_{bb} = \sqrt{S_A^2}$;

– относительную стандартную неопределенность, связанную с межэкземплярной неоднородностью $S_{bb(\% \text{ отн.})} = \frac{S_{bb}}{\bar{x}} \cdot 100\%$, где $\bar{\bar{x}}$ – среднее значение по выборке.

Таблица 3. Результаты исследования межэкземплярной однородности материала ССО
Table 3. Results of the study of between-bottle homogeneity of the CRM

Аттестуемая характеристика	\bar{x}	SS_0	SS_e	MS_0	MS_e	S_A^2	$u_{bb}(S_{bb})$	$u_{bb}(S_{bb})$ (% отн.)
Массовая доля ионола, %	1,49	$2,98 \cdot 10^{-4}$	$2,88 \cdot 10^{-5}$	$3,31 \cdot 10^{-5}$	$2,91 \cdot 10^{-6}$	$1,51 \cdot 10^{-5}$	$3,89 \cdot 10^{-3}$	0,258
Массовая доля фурфурилового спирта, мг/кг	10,15	0,109	$9,66 \cdot 10^{-3}$	$1,21 \cdot 10^{-2}$	$9,71 \cdot 10^{-4}$	$5,55 \cdot 10^{-3}$	$7,45 \cdot 10^{-2}$	0,729
Массовая доля фурфурола, мг/кг	9,65	0,198	$9,58 \cdot 10^{-3}$	$2,20 \cdot 10^{-2}$	$9,62 \cdot 10^{-4}$	$1,05 \cdot 10^{-2}$	0,103	1,06
Массовая доля 2-ацетилфурана, мг/кг	10,11	0,190	$5,81 \cdot 10^{-3}$	$2,11 \cdot 10^{-2}$	$5,79 \cdot 10^{-4}$	$1,03 \cdot 10^{-2}$	0,101	1,01
Массовая доля 5-метилфурфурола, мг/кг	9,59	0,107	$9,76 \cdot 10^{-3}$	$1,19 \cdot 10^{-2}$	$9,78 \cdot 10^{-4}$	$5,48 \cdot 10^{-3}$	$7,40 \cdot 10^{-2}$	0,753

Полученное значение $S_{bb}(\% \text{отн.})$ учитывали при оценке относительной расширенной неопределенности аттестованного значения ССО.

Стабильность материала ССО

Исследование долгосрочной и краткосрочной стабильности материала ССО играет решающую роль для выбора условия хранения и транспортировки. Фурановые производные являются нестабильными соединениями, поэтому ССО хранили при температуре +6 °С (долгосрочная стабильность в течение 7 месяцев) и (20 ± 2) °С (краткосрочная стабильность в течение 28 дней). В данном исследовании также применяли метод ВЭЖХ-УФ. Полученные результаты представлены на рис. 3 и 4. Расхождения результатов измерения массовой доли фурановых производных и ионола не превышали пределов повторяемости (5 и 15 % от среднего значения соответственно) и пределов воспроизводимости (10 и 45 % от среднего значения соответственно) по ГОСТ Р МЭК 61198–2013 и ГОСТ IEC 60666–2014.

Для анализа тренда была использована линейная аппроксимация:

$$Y_i = b_0 + b_1 \cdot X_i,$$

где Y_i – результат измерений массовой доли ионола или фуранового производного, соответствующий определенному сроку хранения ССО при температуре хранения ССО;

X_i – срок хранения ССО при температуре хранения, месяцы (дни);

b_0 и b_1 – коэффициенты регрессии.

Для оценки наклона использовали следующее выражение:

$$b_1 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X}) \cdot (Y_i - \bar{Y})}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2},$$

где \bar{X} – среднее арифметическое всех значений X_i , месяцев (дней);

\bar{Y} – среднее арифметическое всех значений Y_i .

Оценку отрезка, отсекаемого на координатной оси, проводили по формуле

$$b_0 = \bar{Y} - b_1 \cdot \bar{X}.$$

Из анализа погрешности рассчитывали стандартное отклонение b_1 по формуле

$$s(b_1) = \frac{S}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}},$$

$$\text{где } S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - b_0 - b_1 X_i)^2}{n - 2}}.$$

Для проверки гипотезы об отсутствии тренда вычисляли отношение \hat{t} по формуле

$$\hat{t} = \frac{b_1}{s(b_1)}.$$

Полученные значения (табл. 4) не превышают квантиль распределения Стьюдента $t_{0,95;3}$ (3,182), что говорит

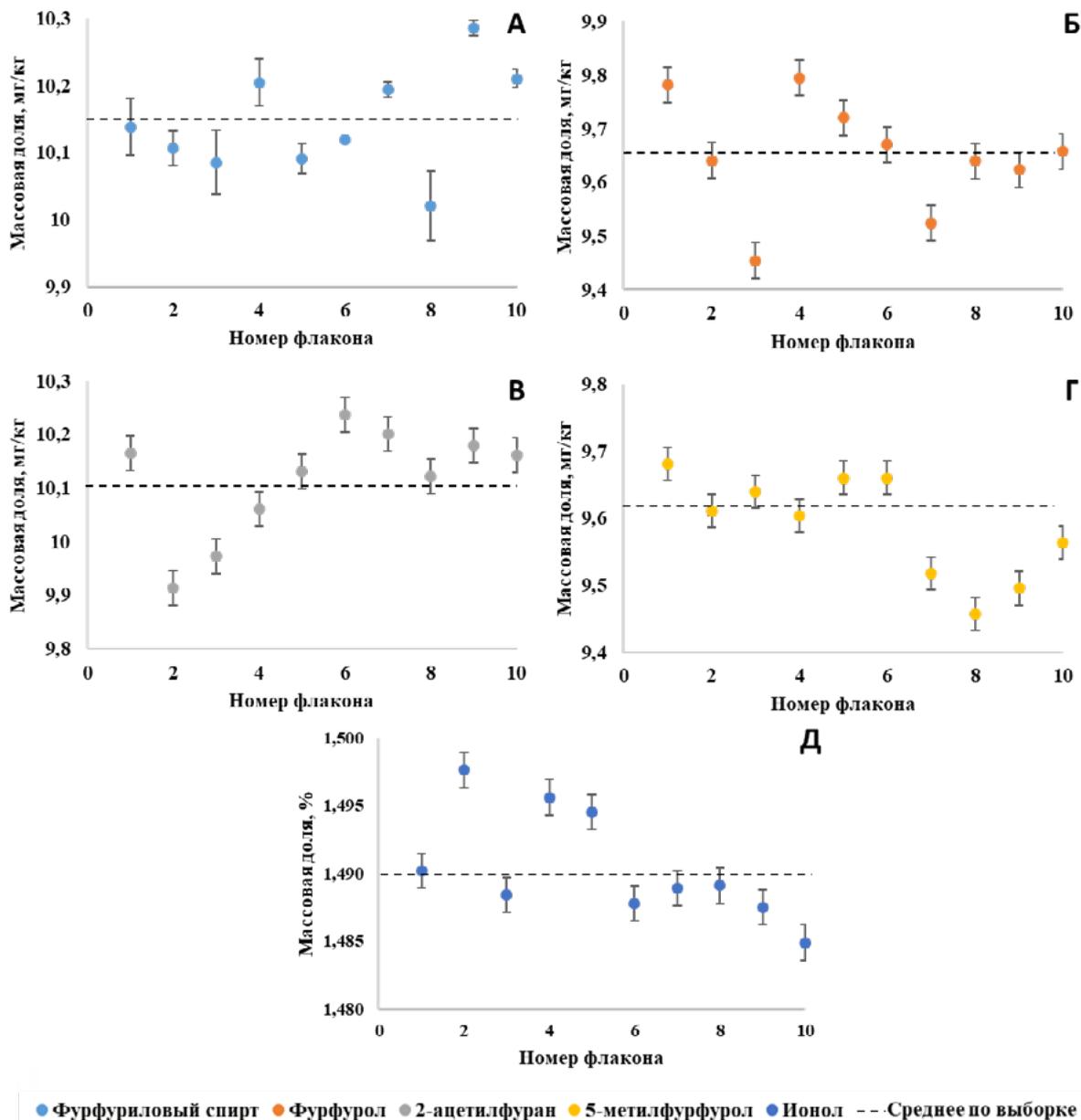


Рис. 4. Результаты измерений содержания фурановых производных (А-Г) и ионола (Д) в материале ССО для оценки межземлярной однородности методом ВЭЖХ-УФ по ГОСТ Р МЭК 61198–2013 и ГОСТ IEC 60666–2014 ($n = 2$)

Fig. 4. Measurement results of the content of furan derivatives (A-G) and ionol (D) in the CRM to assess between-bottle homogeneity using the HPLC-UV method according to GOST R IEC61198–2013 and GOST IEC 60666–2014 ($n = 2$)

об отсутствии тренда в данных. При этом кинетический механизм не был установлен.

Таким образом, полученные результаты подтвердили, что ССО может быть стабильным при температуре +6 °С в течение не менее одного года и при кратковременных условиях транспортировки ниже +22 °С без каких-либо особых мер предосторожности в течение 28 дней.

Стандартную неопределенность от долговременной (кратковременной) нестабильности $u_{I(s)ts}$ (табл. 4) вычисляли по формуле

$$u_{I(s)ts} = S_{I(s)ts} = s(b_1) \cdot t,$$

где $S_{I(s)ts}$ – абсолютное стандартное отклонение от долговременной (кратковременной) стабильности;

t – время длительности проведенного исследования, месяцев (дней).

Таблица 4. Результаты исследования долговременной и кратковременной стабильности материала ССО
Table 4. Results of the study of long-term and short-term stability of the CRM

Аттестуемая характеристика	b_1	b_0	$s(b_1)$	\hat{f}	$u_{f(s)ts}$
Исследование долговременной стабильности					
Массовая доля ионола, %	$4,12 \cdot 10^{-4}$	1,49	$4,86 \cdot 10^{-4}$	0,847	$5,83 \cdot 10^{-3}$
Массовая доля фурфурилового спирта, мг/кг	$-5,28 \cdot 10^{-3}$	10,18	$8,11 \cdot 10^{-3}$	-0,651	$9,74 \cdot 10^{-2}$
Массовая доля фурфурола, мг/кг	$5,42 \cdot 10^{-3}$	9,65	$1,03 \cdot 10^{-2}$	0,527	0,123
Массовая доля 2-ацетилфурана, мг/кг	$9,40 \cdot 10^{-3}$	10,12	$8,42 \cdot 10^{-3}$	1,12	0,101
Массовая доля 5-метилфурфурола, мг/кг	$6,48 \cdot 10^{-4}$	9,61	$7,88 \cdot 10^{-3}$	0,082	$9,45 \cdot 10^{-2}$
Исследование кратковременной стабильности					
Массовая доля ионола, %	$1,14 \cdot 10^{-4}$	1,49	$1,66 \cdot 10^{-4}$	0,688	$4,65 \cdot 10^{-3}$
Массовая доля фурфурилового спирта, мг/кг	$1,06 \cdot 10^{-3}$	10,16	$2,91 \cdot 10^{-3}$	0,364	$8,14 \cdot 10^{-2}$
Массовая доля фурфурола, мг/кг	$-8,66 \cdot 10^{-3}$	9,68	$3,23 \cdot 10^{-3}$	-2,67	$9,04 \cdot 10^{-2}$
Массовая доля 2-ацетилфурана, мг/кг	$-1,60 \cdot 10^{-3}$	10,14	$1,46 \cdot 10^{-3}$	-1,09	$4,10 \cdot 10^{-2}$
Массовая доля 5-метилфурфурола, мг/кг	$9,42 \cdot 10^{-4}$	9,58	$1,91 \cdot 10^{-3}$	0,494	$5,34 \cdot 10^{-2}$

Аттестация (характеризация) ССО

В испытаниях ССО приняли участие 9 независимых лабораторий и лаборатория ООО «Петроаналитика». Для определения ионола применяли метод ВЭЖХ-УФ. Для определения фурановых производных – методы ВЭЖХ-УФ и капиллярной газовой хроматографии с пламенно-ионизационным детектированием. Для построения градуировочных зависимостей применяли чистые вещества для хроматографии, чистота которых была подтверждена испытаниями на ГЭТ 208. Полученные результаты испытаний ССО представлены на рис. 7.

Расчет аттестованных значений ССО проводили в соответствии с ГОСТ 8.532-2002. Стандартную неопределенность от характеристики рассчитывали согласно п. А.2.5.3 ГОСТ ISO Guide 35–2015 по формуле

$$u_{char} = \frac{s_{(y)}}{\sqrt{p}} = \frac{1}{\sqrt{p}} \sqrt{\frac{\sum (y_i - y_{char})^2}{p-1}}$$

где y_{char} – аттестованное значение;

y_i – результат измерений аттестуемой характеристики;

p – набор данных ($p = 10$);

$s_{(y)}$ – стандартное отклонение средних значений набора данных p .

Расчет характеристик неопределенности аттестованных значений ССО

Относительная расширенная неопределенность аттестованного значения ССО была рассчитана по формуле

$$U_{CRM \text{отн.}} = k \cdot u_{CRM} = \frac{2 \cdot \sqrt{u_{char}^2 + u_{ts}^2 + u_{sts}^2 + u_{bb}^2}}{\bar{A}} \cdot 100\%$$

где u_{char} – вклад от характеристики ССО, мг/кг или % (для массовых долей фурановых производных и ионола соответственно);

u_{ts} – вклад от долговременной нестабильности ССО, мг/кг или % (для массовых долей фурановых производных и ионола соответственно);

u_{sts} – вклад от кратковременной нестабильности ССО, мг/кг или % (для массовых долей фурановых производных и ионола соответственно);

u_{bb} – вклад от межэкземплярной неоднородности ССО, мг/кг или % (для массовых долей фурановых производных и ионола соответственно);

k – коэффициент охвата ($k = 2$, $P = 0,95$);

u_{CRM} – стандартная неопределенность, связанная со значением свойства в ССО.

Результаты расчетов представлены в табл. 5.

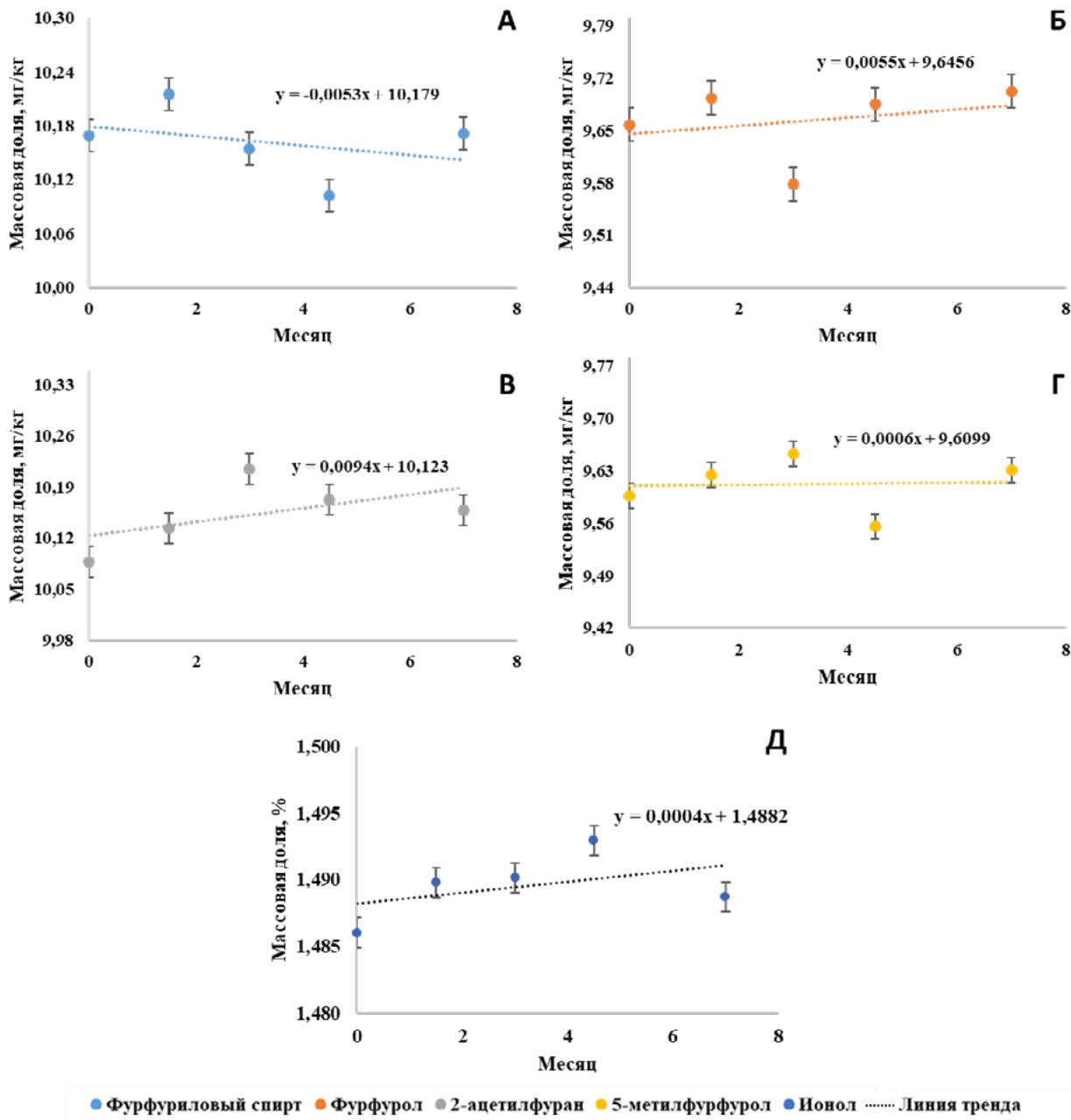


Рис. 5. Результаты измерений массовой доли фурановых производных (А-Г) и ионола (Д) в материале ССО для оценки долговременной стабильности методом ВЭЖХ-УФ по ГОСТ Р МЭК 61198–2013 и ГОСТ IEC 60666–2014 ($n = 2$)

Fig.5. Measurement results of the mass fraction of furan derivatives (А-Г) and ionol (Д) in the CRM to assess long-term stability by HPLC-UV method according to GOST R IEC61198–2013 and GOST IEC 60666–2014 ($n = 2$)

Заключение

Итоги описанного в статье исследования имеют четкое практическое применение в энергетике – одной из основополагающих областей хозяйственно-экономической деятельности государства. Разработка ССО состава энергетического масла, предназначенного для

метрологического обеспечения средств и методик измерений массовой доли ионола и фурановых производных (фурфуролового спирта, фурфурола, 2-ацетилфурфурана и 5-метилфурфурола) в энергетических маслах, – значительный шаг в деле повышения надежности эксплуатации электрических трансформаторов.

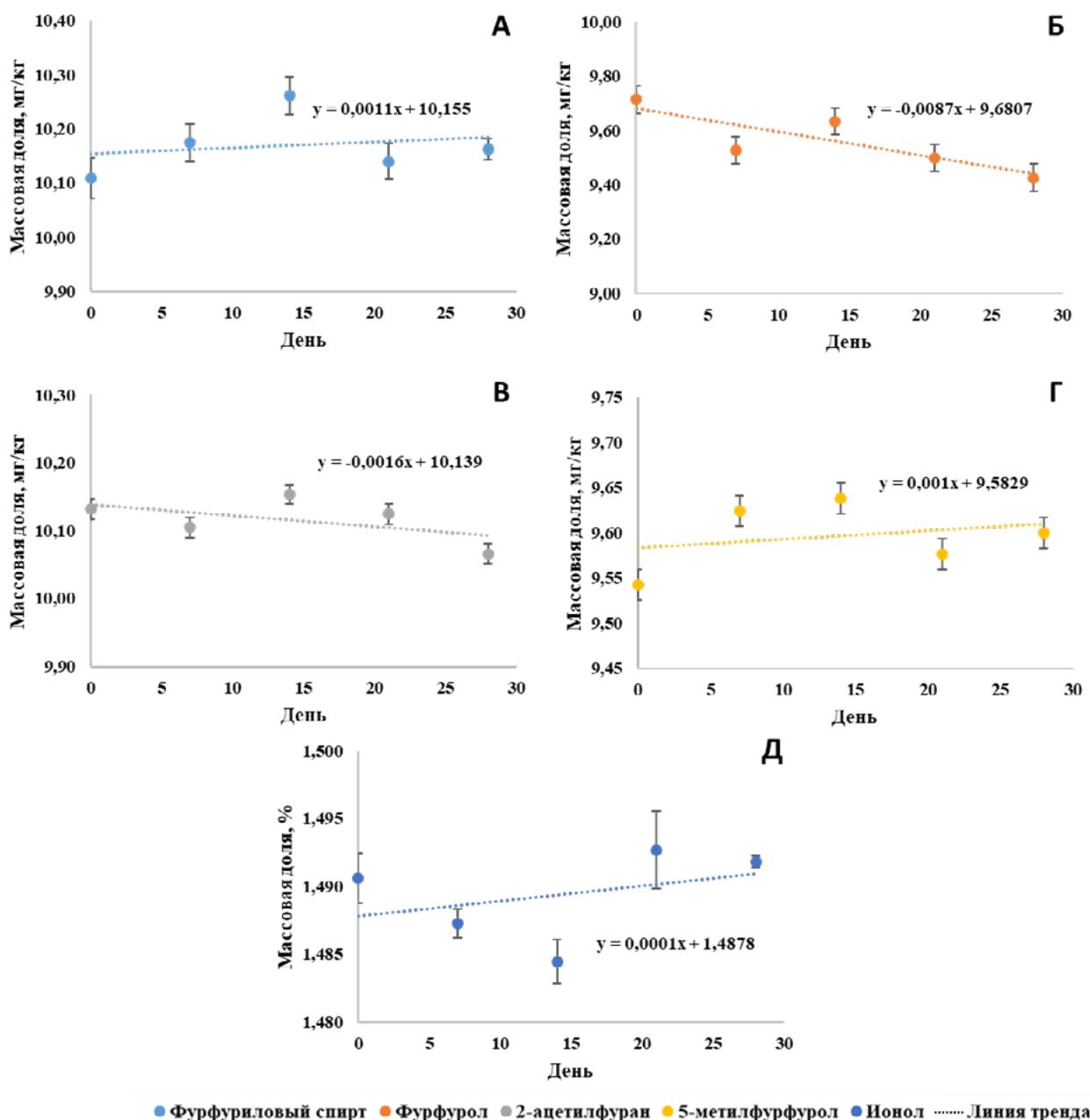


Рис. 6. Результаты измерений массовой доли фурановых производных (А-Г) и ионола (Д) в материале ССО для оценки кратковременной стабильности методом ВЭЖХ-УФ по ГОСТ Р МЭК 61198–2013 и ГОСТ IEC 60666–2014 ($n = 2$)

Fig. 6. Measurement results of the mass fraction of furan derivatives (A-G) and ionol (D) in the CRM to assess short-term stability by HPLC-UV method according to GOST R IEC61198–2013 and GOST IEC 60666–2014 ($n = 2$)

Результаты работы станут необходимым подспорьем для метрологов – практиков в их повседневной деятельности. Метрологические характеристики ССО установлены с учетом требований ГОСТ ISO Guide 35–2015, характеристика проводилась в соответствии с ГОСТ 8.532-2002. Аттестованные

значения ССО обеспечены метрологической прослеживаемостью к ГЭТ 208.

Значимость сформулированных выводов, кроме вышеуказанных, заключается в разработке методических подходов, которые обеспечили возможность изготовления матричного стандартного образца с установленной

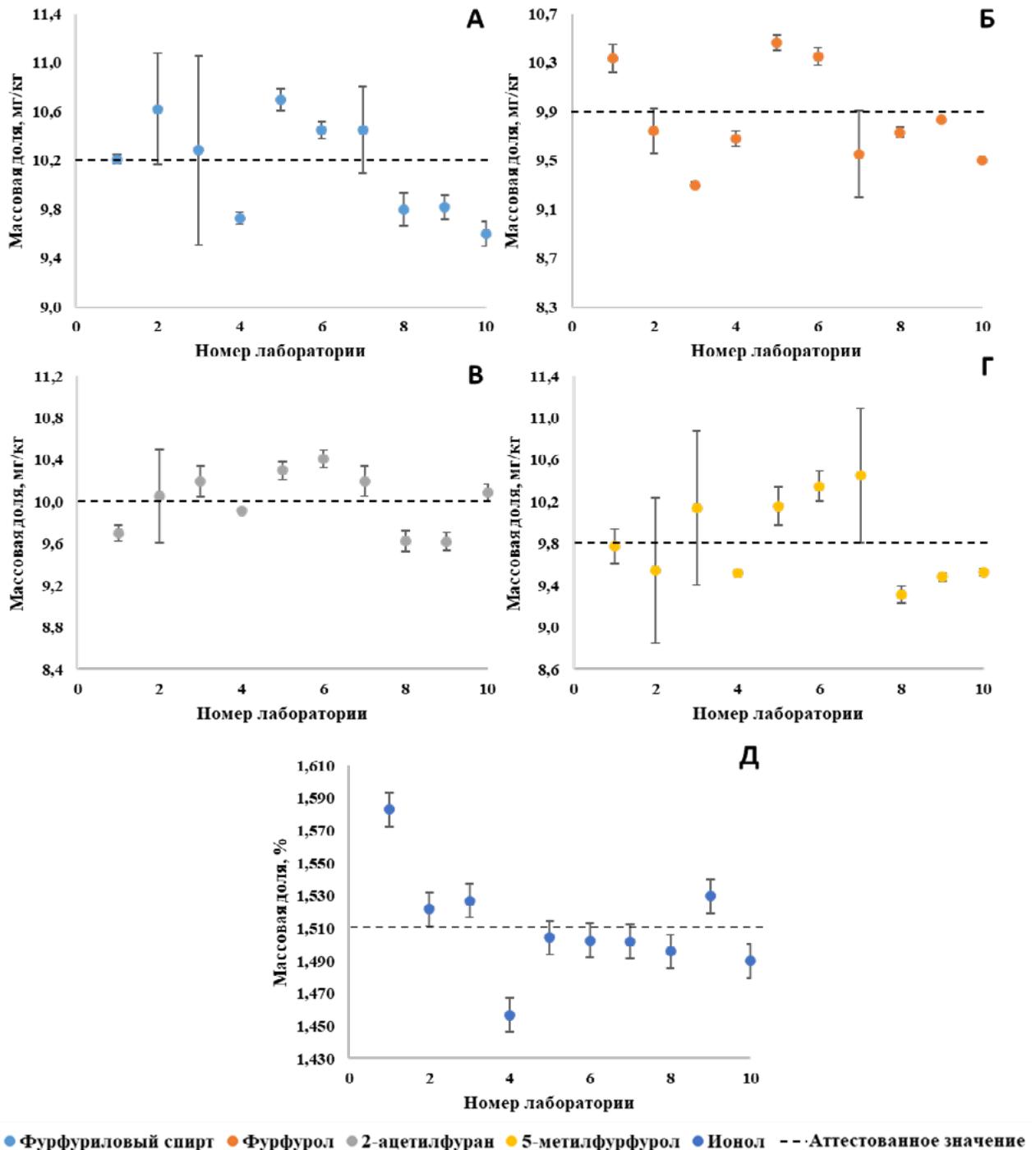


Рис. 7. Результаты измерений массовой доли фурановых производных (А-Г) и ионола (Д) в материале ССО ($n = 2$)

Fig. 7. Measurement results of the mass fraction of furan derivatives (A-G) and ionol (D) in the CRM ($n = 2$)

метрологической прослеживаемостью. Предложенная методология может дать материал для продолжения совершенствования методов и средств мониторинга состояния трансформаторов, необходимого для обеспечения их надежной работы.

Вклад соавторов: Все авторы внесли свой вклад в концепцию и дизайн исследования. Черкашина К. Д. – проведение исследовательских работ; Годунов П. А. – осуществление формального анализа, написание статьи, подготовка и создание визуальных материалов;

Таблица 5. Значения характеристик неопределенности для материала ССО
Table 5. CRM uncertainty characteristics

Аттестуемая характеристика	Аттестованное значение	u_{char}	u_{HS}	u_{STS}	u_{bb}	$U_{CRM \text{ отн.}} \%$
Массовая доля ионола, %	1,51	$9,91 \cdot 10^{-3}$	$5,83 \cdot 10^{-3}$	$4,65 \cdot 10^{-3}$	$3,89 \cdot 10^{-3}$	1,7
Массовая доля фурфуролового спирта, мг/кг	10,2	0,126	$9,74 \cdot 10^{-2}$	$8,14 \cdot 10^{-2}$	$7,45 \cdot 10^{-2}$	4
Массовая доля фурфурола, мг/кг	9,9	0,174	0,123	$9,04 \cdot 10^{-2}$	0,103	5
Массовая доля 2-ацетилфурана, мг/кг	10,0	$8,98 \cdot 10^{-2}$	0,101	$4,10 \cdot 10^{-2}$	0,101	4
Массовая доля 5-метилфурфурола, мг/кг	9,8	0,130	$9,45 \cdot 10^{-2}$	$5,34 \cdot 10^{-2}$	$7,40 \cdot 10^{-2}$	4

Богданова П. Д. – осуществление анализа результатов исследований; Вирки Д. А. – руководство научно-исследовательской работой; Булатов А. В. – разработка концепции исследования, проверка и редакция текста статьи.

Contribution of the authors: All the authors contributed to the concept and design of the research. Cherkashina K. D. – research work; Godunov P. A. – formal analysis, writing a draft of the article, research work, preparing and creating visual materials; Bogdanova P. D. – analysis of research results; Virki D. A. – management of research work; Bulatov A. V. – development of the research concept, revision of the text.

Конфликт интересов: Авторы заявляют, что у них нет потенциального конфликта интересов в связи с исследованием, представленным в данной статье.

Conflict of interests: The authors declare no conflict of interest.

Финансирование: Это исследование не получало финансовой поддержки в виде гранта от какой-либо организации государственного, коммерческого или некоммерческого сектора.

Funding: This research did not receive financial support in the form of a grant from any governmental, for-profit, or non-profit organizations.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ:

1. Power transformer insulation system: A review on the reactions, fault detection, challenges and future prospects / V. A. Thiviyanathan [et al.] // Alexandria Engineering Journal. 2022. Vol. 61. P. 7697–7713. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2022.01.026>.
2. Fofana I. 50 years in the development of insulating liquids // IEEE Electrical Insulation Magazine. 2013. Vol. 29, № 5. P. 13–25. <https://doi.org/10.1109/MEI.2013.6585853>
3. Иванов К. И., Жаховская В. П. Окисление трансформаторных масел в присутствии электрического поля. Химия и технология топлив и масел. 1962. № 7. 58 с.
4. Андреев Л. Н., Павлова П. П., Пинигин С. А. Изучение расхождение ионола в трансформаторном масле // Современная техника и технологии. 2017. № 3 [Электронный ресурс]. URL: <https://technology.snauka.ru/2017/03/12793> (дата обращения: 12.07.2023).
5. Thermal degradation assessment of Kraft paper in power transformers insulated with natural esters / I. Fernández [et al.] // Applied Thermal Engineering. 2016. Vol. 104. P. 129–138. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2016.05.020>
6. Aging of oil-impregnated paper in power transformers / L. E. Lundgaard [et al.] // IEEE Transactions on Power Delivery. 2004. Vol. 19, № 1. P. 230–239. <https://doi.org/10.1109/TPWRD.2003.820175>
7. Kanumuri D., Sharma V., Rahi O. P. Analysis using various approaches for residual life estimation of power transformers // International Journal on Electrical Engineering and Informatics. 2019. Vol. 25, № 2. P. 389–407. <https://doi.org/10.15676/ijeei.2019.11.2.11>
8. Unsworth J., Mitchell F. Degradation of electrical insulating paper monitored with high performance liquid chromatography // IEEE Transactions on Electrical Insulation. 1990. Vol. 25. Iss. 4. P. 737–746. <https://doi.org/10.1109/ICPADM.1988.38403>

REFERENCE:

1. Thiviyathan V. A., Ker P. J., Leong Y. S., Abdullah F., Ismail A., Jamaludin M. Z. Power transformer insulation system: A review on the reactions, fault detection, challenges and future prospects. *Alexandria Engineering Journal*. 2022;61:7697–7713. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2022.01.026>.
2. Fofana I. 50 years in the development of insulating liquids. *IEEE Electrical Insulation Magazine*. 2013;29(5):13–25. <https://doi.org/10.1109/MEI.2013.6585853>
3. Ivanov K. I., Zhakhovskaya V. P. Oxidation of transformer oils in the presence of an electric field. *Chemistry and technology of fuels and oils*. 1962;7:58. (In Russ.).
4. Andreev L. N., Pavlova P. P., Pinigin S. A. The study of ionol consumption in transformer oil. *Sovremennaya tekhnika i tekhnologii*. Available at: <https://technology.snauka.ru/2017/03/12793> [Accessed 12.07.2023]. (In Russ.).
5. Fernández I., Delgado F., Ortiz F., Ortiz A., Fernández C., Renedo C. J. et al. Thermal degradation assessment of Kraft paper in power transformers insulated with natural esters. 2016;104:129–138. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2016.05.020>
6. Lundgaard L. E., Hansen W., Linhjell D., Painter T. J. Aging of oil-impregnated paper in power transformers. *IEEE Transactions on Power Delivery*. 2004;19(1):230–239. <https://doi.org/10.1109/TPWRD.2003.820175>
7. Kanumuri D., Sharma V., Rahi O. P. Analysis using various approaches for residual life estimation of power transformers. *International Journal on Electrical Engineering and Informatics*. 2019;25(2):389–407. <https://doi.org/10.15676/ijeei.2019.11.2.11>
8. Unsworth J., Mitchell F. Degradation of electrical insulating paper monitored with high performance liquid chromatography. *IEEE Transactions on Electrical Insulation*. 1990;25(4):737–746. <https://doi.org/10.1109/ICPADM.1988.38403>

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

ASTM D2668–07(2021) Standard test method for 2,6-di-tert-butyl-p-cresol and 2,6-di-tert-butyl phenol in electrical insulating oil by infrared absorption // ASTM International [website]. URL: <https://www.astm.org/d2668-07.html> (Accessed 12.07.2023).

ASTM D4768–11(2019) Standard test method for analysis of 2,6-ditertiary-butyl para-cresol and 2,6-ditertiary-butyl phenol in insulating liquids by gas chromatography // ASTM International [website]. URL: <https://www.astm.org/d4768-11r19.html> (Accessed 12.07.2023).

ASTM D5837–15 Standard test method for furanic compounds in electrical insulating liquids by high-performance liquid chromatography (HPLC) // ASTM International [website]. URL: <https://www.astm.org/d5837-15.html> (Accessed 12.07.2023).

IEC61198:1993 Mineral insulating oils – Methods for the determination of 2-furfural and related compounds // International standard [website]. URL: <https://webstore.iec.ch/publication/4889#additionalinfo>

ГОСТ IEC60666–2014 Межгосударственный стандарт. Масла изоляционные нефтяные. Обнаружение и определение установленных присадок = Detection and determination of specified additives in mineral insulating oils, IDT. М.: Стандартинформ, 2019. 23 с.

ГОСТ ISO Guide 35–2015 Межгосударственный стандарт. Стандартные образцы. Общие и статистические принципы сертификации (аттестации) = Reference materials. general and statistical principles for certification. М.: Стандартинформ, 2017. 58 с.

ГОСТ ISO/IEC17025–2019 Межгосударственный стандарт. Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий = General requirements for the competence of testing and calibration laboratories. М.: Стандартинформ, 2021. 25 с.

ГОСТ 8.532-2002 Межгосударственный стандарт. Стандартные образцы состава веществ и материалов. Межлабораторная метрологическая аттестация. Содержание и порядок проведения работ. М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. 9 с.

ГОСТ Р МЭК 60666–2013 Национальный стандарт Российской Федерации. Масла изоляционные нефтяные. Обнаружение и определение установленных присадок = Mineral insulating oils. detection and determination of specified additives. М.: Стандартинформ, 2014. 23 с.

ГОСТ Р МЭК 61198–2013 Национальный стандарт Российской Федерации. Масла изоляционные нефтяные. Методы определения 2-фурфура и родственных соединений = Mineral insulating oils. Methods for the determination of 2-furfural and related compounds. М.: Стандартинформ, 2019. 11 с.

ГЭТ 208 Государственный первичный эталон единиц массовой (молярной) доли и массовой (молярной) концентрации органических компонентов в жидких и твердых веществах и материалах на основе жидкостной и газовой хромато-масс-спектрометрии с изотопным разбавлением и гравиметрии / Институт-хранитель ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева». Текст: электронный // Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений : официальный сайт. 2024. URL: <https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry/12> (дата обращения: 12.07.2023).

МКХА КН-01–12 (ФР.1.31.2015.21310) Методика количественного хроматографического анализа. Определение содержания фурановых производных и антиокислительной присадки ионол в энергетических маслах методом газожидкостной хроматографии // Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений : официальный сайт. 2012. URL: <https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry/16/items/282867> (дата обращения: 12.07.2023).

РД 34.43.105–89 Методические указания по эксплуатации трансформаторных масел. М.: Союзтехэнерго, 1989. 55 с.

РД 34.43.208–95 Методика количественного химического анализа. Определение содержания присадок в энергетических маслах методом высокоэффективной жидкостной хроматографии / ГОСТ Ассистент [сайт]. URL: <https://gostassistant.ru/doc/96ec71bc-6ea0-48c4-9aea-532180a8b8fb?ysclid=lv0s64qujy892166770> (дата обращения: 12.07.2023).

РД 34.43.209–97 Экспресс-метод определения антиокислительной присадки (ионола) в свежих и эксплуатационных турбинных маслах / ГОСТ Ассистент [сайт]. URL: <https://gostassistant.ru/doc/d6ba1319-0189-4f49-8fac-bee713604da9> (дата обращения: 12.07.2023).

РД 34.51.304–94 Методические рекомендации по применению в энергосистемах тонкослойной хроматографии для оценки остаточного ресурса твердой изоляции по наличию фурановых соединений в трансформаторном масле / ГОСТ Ассистент [сайт]. URL: <https://gostassistant.ru/doc/51059de2-5b4b-4e27-aa2a-972eda14b190> (дата обращения: 12.07.2023).

СТО 56947007–29.180.010.008-2008 Методические указания по определению содержания ионола в трансформаторных маслах методом газовой хроматографии / Межрегиональная группа компаний «Информпроект» [сайт]. URL: <https://mgk-ip.ru/docs/1200088700/0/0> (дата обращения: 12.07.2023).

СТО 56947007–29.180.010.009-2008 Методические указания по определению содержания фурановых производных в трансформаторных маслах методом газовой хроматографии / Электронный фонд актуальных правовых и нормативно-технических документов [сайт]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200088699> (дата обращения: 12.07.2023).

СТО 70238424.27.100.053-2013 Стандарт организации. Энергетические масла и маслохозяйства электрических станций и сетей организация эксплуатации и технического обслуживания нормы и требования. М.: Инвэл, 2013. 159 с.

ФР.1.31.2008.04635 Методика выполнения измерения массовой доли производных фурана: 5-гидрокси-метилфурфурола, фурфурола, 2-ацетилфурана, 5-метилфурфурола и ингибитора окисления «Агидол-1» («Ионол») в энергетических электроизоляционных маслах методом ВЭЖХ // Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений : официальный сайт. URL: <https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry/16/items/291179> (дата обращения: 12.07.2023).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Черкашина Ксения Дмитриевна – канд. хим. наук, инженер ООО «Петроаналитика»
Россия, 190020, г. Санкт-Петербург, Бумажная ул., д. 17, литер А
e-mail: k.cherkashina@petroanalytica.ru
<https://orcid.org/0000-0001-9833-986X>

Годунов Павел Анатольевич – инженер ООО «Петроаналитика»
Россия, 190020, г. Санкт-Петербург, Бумажная ул., д. 17, литер А
e-mail: p.godunov@petroanalytica.ru
<https://orcid.org/0000-0001-6276-9200>

Богданова Полина Дмитриевна – инженер по метрологии ООО «Петроаналитика»
Россия, 190020, г. Санкт-Петербург, Бумажная ул., д. 17, литер А
e-mail: p.bogdanova@petroanalytica.ru
<https://orcid.org/0009-0005-0684-0750>

Вирки Дмитрий Анатольевич – генеральный директор ООО «Петроаналитика»
Россия, 190020, г. Санкт-Петербург, Бумажная ул., д. 17, литер А
e-mail: d.virki@petroanalytica.ru
<https://orcid.org/0009-0005-2405-8500>

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Ksenia D. Cherkashina – Cand. Sci. (Chem.), Engineer, LLC «Petroanalytica»
17 Bumazhnaya str., liter A, St. Petersburg, 190020, Russia
e-mail: k.cherkashina@petroanalytica.ru
<https://orcid.org/0000-0001-9833-986X>

Pavel A. Godunov – Engineer, LLC «Petroanalytica»
17 Bumazhnaya str., liter A, St. Petersburg, 190020, Russia
e-mail: p.godunov@petroanalytica.ru
<https://orcid.org/0000-0001-6276-9200>

Polina D. Bogdanova – Metrology Engineer, LLC «Petroanalytica»
17 Bumazhnaya str., liter A, St. Petersburg, 190020, Russia
e-mail: p.bogdanova@petroanalytica.ru
<https://orcid.org/0009-0005-0684-0750>

Dmitry A. Virki – General Director, LLC «Petroanalytica»
17 Bumazhnaya str., liter A, St. Petersburg, 190020, Russia
e-mail: d.virki@petroanalytica.ru
<https://orcid.org/0009-0005-2405-8500>

Булатов Андрей Васильевич – д-р хим. наук, профессор кафедры аналитической химии Института химии Санкт-Петербургского государственного университета, профессор РАН, заместитель директора по научной работе ООО «Петроаналитика»

Россия, 198504, г. Санкт-Петербург, Университетский проспект, д. 26

e-mail: a.bulatov@petroanalytica.ru

<https://orcid.org/0000-0002-0526-1424>

Researcher ID: M-9171-2013

Andrey V. Bulatov – Dr. Sci. (Chem.), Professor of the Department of Analytical Chemistry, Saint Petersburg State University Institute of Chemistry, Professor of the Russian Academy of Sciences; Deputy Director for Research, LLC «Petroanalytica»

26 Universitetskiy ave., St. Petersburg, 198504, Russia

e-mail: a.bulatov@petroanalytica.ru

<https://orcid.org/0000-0002-0526-1424>

Researcher ID: M-9171-2013

СТАНДАРТНЫЕ ОБРАЗЦЫ

Научная статья

УДК 613.648.4:006.88(91)

<https://doi.org/10.20915/2077-1177-2024-20-3-41-52>



Новые типы стандартных образцов в области измерений ионизирующих излучений

Т. И. Шильникова ✉, Г. В. Жуков, М. С. Эпов

ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д. И. Менделеева»,
г. Санкт-Петербург, Россия
✉ shti@vniim.ru

Аннотация: В Российской Федерации обязательства соблюдения радиационной безопасности распространяются на всех юридических и физических лиц, в результате деятельности которых возможно облучение людей и окружающей среды. Защита от опасных ионизирующих излучений представляет собой совокупность законодательных, экономических и инженерно-технических мер. Частью этой системы является метрологическое сопровождение деятельности хозяйствующих субъектов.

Государственная поверочная схема для средств измерений активности радионуклидов, удельной активности радионуклидов, потока и плотности потока альфа-, бета-частиц и фотонов радионуклидных источников претерпела ряд изменений. В частности, в ней закреплена роль стандартных образцов как одного из основных средств передачи единиц удельной активности и активности радионуклидов от Государственного первичного эталона единиц активности радионуклидов, удельной активности радионуклидов, потока альфа-, бета-частиц и фотонов радионуклидных источников ГЭТ 6–2016 рабочим эталонам и средствам измерений.

Внесенные в Государственную поверочную схему изменения требуют разработки новых типов стандартных образцов в области ионизирующих излучений. В настоящей статье подняты основные вопросы разработки и утверждения типа стандартных образцов активности радионуклидов на основе смеси растворов радионуклидов и жидкого сцинтиллятора. Представлено подробное объяснение выбора радионуклидов, дано краткое описание метода характеристики, приведены метрологические характеристики разработанных стандартных образцов.

Разработанные и описанные в данной статье стандартные образцы выступают в качестве нового вида рабочих эталонов в соответствии с ГОСТ 8.033-2023. Авторы в общих чертах изложили концепцию дальнейшего развития разработки и применения новых типов стандартных образцов в области измерений активности и удельной активности альфа- и бета-излучающих радионуклидов.

Описанные в статье новые типы стандартных образцов полностью покроют потребность в средствах поверки приборов, принцип работы которых основан на детектировании ионизирующего излучения с помощью жидкого сцинтиллятора.

Ключевые слова: Государственная поверочная схема, стандартные образцы, обеспечение единства измерений, эталоны, радионуклид, радиационная безопасность

Принятые сокращения: СО – стандартный образец; ГПС – Государственная поверочная схема; ЖС – жидкосцинтилляционные методы; РАО – радиоактивные отходы; СИ – средства измерений; АЭС – атомные электростанции; ТВЭЛ – тепловыделяющие элементы; TDCR – метод отношений тройных-двойных совпадений (Triple to Double Coincidence Ratio); ФЭУ – фотоумножитель; ФИФ ОЕИ – Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений; ЖРО – жидкие радиоактивные отходы.

Ссылка при цитировании: Шильникова Т. И., Жуков Г. В., Эпов М. С. Новые типы стандартных образцов в области измерений ионизирующих излучений // Эталоны. Стандартные образцы. 2024. Т. 20, № 3. С. 41–52. <https://doi.org/10.20915/2077-1177-2024-20-3-41-52>

Статья поступила в редакцию 22.11.2023; одобрена после рецензирования 29.05.2024; принята к публикации 25.09.2024

REFERENCE MATERIALS

Research Article

New Types of Reference Materials in the Field of Ionizing Radiation Measurements

Tatyana I. Shilnikova ✉, Grigory V. Zhukov, Mikhail S. Epov

D. I. Mendeleev Institute for Metrology, St. Petersburg, Russia

✉ shti@vniim.ru

Abstract: In the Russian Federation, obligations to comply with radiation safety apply to all legal entities and individuals whose activities may result in the irradiation of people and the environment. Protection from dangerous ionizing radiation is a combination of legislative, economic and engineering measures. Part of this system is metrological support for the activities of economic entities.

The State Verification Schedule for means measuring radionuclide activity flux and flux density of alpha-, beta-particles and photons of radionuclide source has undergone a number of changes. In particular, it establishes the role of reference materials as one of the main means of transferring units of specific activity and activity of radionuclides from the State Primary Standard for the units of radionuclide activity, specific activity of radionuclides, flux of alpha, beta particles and photons of radionuclide sources GET 6–2016 to working standards and measuring instruments.

The changes introduced into the State Verification Schedule require the development of new types of reference materials in the field of ionizing radiation. This article raises the main issues of development and approval of reference materials of radionuclide activity based on a mixture of radionuclide solutions and a liquid scintillator. A detailed explanation of the choice of radionuclides is presented, a brief description of the characterization method is given, and metrological characteristics of the developed reference materials are described.

The reference materials developed and described in this article act as a new type of working standards in accordance with GOST 8.033-2023. The authors outlined a concept for the further development and application of new types of reference materials in the field of measuring the activity and specific activity of alpha- and beta-emitting radionuclides.

The new types of reference materials described in the article will fully cover the need for means of verifying devices whose operating principle is based on detecting ionizing radiation using a liquid scintillator.

Keywords: State Verification Schedule, reference materials, ensuring the uniformity of measurements, standards, radionuclide, radiation safety

Abbreviations used: RM – reference material; SVS – State Verification Schedule; LS – liquid-scintillation method; RW – radioactive waste; MI – measuring instrument; NPP – nuclear power plants; FE – fuel element; TDCR – triple to double coincidence ratio; PMT – photomultiplier; FIF EUM – Federal Information Fund for Ensuring the Uniformity of Measurements; LRW – liquid radioactive waste.

For citation: Shilnikova T. I., Zhukov G. V., Epov M. S. New types of reference materials in the field of ionizing radiation measurements // *Measurement Standards. Reference Materials*. 2024;20(3):41–52 (In Russ.). <https://doi.org/10.20915/2077-1177-2024-20-3-41-52>

The article was submitted 22.11.2023; approved after reviewing 29.05.2024; accepted for publication 25.09.2024.

Введение

Нормативная база

Необходимость разработки нового типа СО в области измерений ионизирующих излучений обусловлена изменением ГПС для СИ активности радионуклидов,

удельной активности радионуклидов, потока и плотности потока альфа-, бета-частиц и фотонов радионуклидных источников.

Основные изменения в ГПС связаны с введением передачи единиц удельной активности и активности

радионуклидов от ГЭТ 6–2016¹ рабочим эталонам и средствам измерений посредством применения СО и исключением передачи единиц активности и удельной активности с помощью растворов радионуклидов.

В настоящее время ГПС регламентирована ГОСТ 8.033-2023², введенным в действие приказом Росстандарта № 814-ст в качестве национального стандарта Российской Федерации (РФ)³. В соответствии с ГОСТ 8.033-2023 СО выполняют функции вторичных и рабочих эталонов для передачи единиц активности и удельной активности радионуклидов от ГЭТ 6–2016 средствам измерений. На сегодняшний день это единственный способ обеспечения прослеживаемости измерений удельной активности радионуклидов в растворах к первичному эталону.

Актуальность работы

Применение эталонов активности и удельной активности радионуклидов в растворах необходимо для решения целого ряда задач в области обеспечения радиационной безопасности, в частности:

- калибровки, поверки, испытаний радиометрической и спектрометрической аппаратуры;
- аттестации методик измерений;
- проведения межлабораторных сравнительных испытаний.

Основными средствами измерений активности и удельной активности альфа-излучающих и «чистых» бета-излучающих радионуклидов в растворах являются радиометры и спектрометры, принцип действия которых основан на ЖС.

Под «чистыми» бета-излучающими радионуклидами подразумеваются радионуклиды, у которых бета-распад происходит на основное состояние дочернего ядра и, следовательно, не сопровождается испусканием гамма-квантов, например ^3H , ^{14}C , ^{63}Ni , ^{99}Tc , ^{90}Sr и пр. Обеспечение точных измерений с помощью ЖС приборов, используемых в области радиоэкологического мониторинга, при переработке и утилизации

¹ ГЭТ 6–2016 Государственный первичный эталон единиц активности радионуклидов, удельной активности радионуклидов, потока альфа-, бета-частиц и фотонов радионуклидных источников.

² ГОСТ 8.033-2023 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений активности радионуклидов, удельной активности радионуклидов, потока и плотности потока альфа-, бета-частиц и фотонов радионуклидных источников.

³ О введении в действие межгосударственного стандарта : Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт).

РАО на объектах атомной промышленности и пр., служит гарантией радиационной безопасности персонала, населения и окружающей среды.

Особенностью действующих методик поверки этих приборов является необходимость приготовления счётных образцов из растворов радионуклидов и жидкого сцинтиллятора, что зачастую приводит к серьёзным ошибкам в определении метрологических характеристик и неверным заключениям о пригодности СИ.

Для исключения из методик поверки процедуры приготовления счетных образцов и перехода на использование доступных серийных средств поверки необходимо создание нового вида эталонов с требуемыми метрологическими характеристиками.

Целеполагание

Целью представленной работы является разработка и создание набора СО на основе смеси радионуклидных растворов и жидкого сцинтиллятора для применения в качестве рабочих эталонов 1-го разряда единиц активности радионуклидов в соответствии с ГОСТ 8.033-2023. Основные требования к метрологическим характеристикам СО:

- 1) соответствие требованиям ГОСТ 8.033-2023, предъявляемым к рабочим эталонам 1-го разряда;
- 2) соответствие требованиям, предъявляемым к метрологическим характеристикам средств поверки действующих методик поверки на ЖС приборы.

Для достижения цели определены первостепенные задачи:

- выбор радионуклидов для материала СО;
- разработка методики приготовления СО;
- определение аттестованных характеристик, включая показатели точности.

Материалы и методы

Обоснование выбора радионуклидов

Материал. В качестве материала-кандидата будущего СО выбраны радионуклиды ^3H , ^{14}C , $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$, ^{239}Pu , ^{241}Am . Отбор основан на степени значимости радионуклидов для обеспечения радиационной безопасности окружающей среды, населения и персонала радиационных объектов, а также с учетом действующих методик поверки.

Нормативная база. Воздействие техногенного ионизирующего излучения представляет опасность не только для человека, но и для окружающей среды. Основные принципы радиационной безопасности и требования радиационной защиты в РФ устанавливают Федеральный закон «О радиационной

безопасности населения»⁴, а также документы НРБ-99/2009⁵ и ОСПОРБ-99/2010⁶, требования и нормативы которых обязательны для всех юридических и физических лиц, в результате деятельности которых возможно облучение людей.

Источники загрязнения. Ключевыми источниками радиационного загрязнения являются АЭС, другие предприятия ядерно-топливного цикла, включающие заводы по очистке урановой руды, переработке гексафторида урана, производству ТВЭЛ и сборок, переработке отработавшего топлива и захоронению радиоактивных отходов. Вклад в радиационное загрязнение вносят также атомное судоходство, экспериментальные и исследовательские ядерные реакторы, устройства с ядерными зарядами для использования в мирных целях, деятельность с использованием радиоактивных изотопов в науке, промышленности и медицине. Контроль технологических процессов на радиационно-опасных объектах, ограничение выброса (сброса) радионуклидов в окружающую среду, система надзора за перемещением ядерных материалов и радиоактивных веществ позволяет минимизировать техногенное облучение до допустимого уровня, не превышающего установленные НРБ-99/2009 пределы доз облучения населения и персонала.

Объекты контроля. Важнейшими объектами контроля в области радиационной безопасности являются атмосферный воздух, почва, вода открытых водоемов, питьевая вода, продовольственное сырье, пищевые продукты. Контроль основных параметров, характеризующих радиационную безопасность населения и радиоактивное загрязнение объектов окружающей среды, осуществляют органы государственного санитарно-эпидемиологического надзора, лаборатории производственного контроля и аккредитованные в соответствующих областях измерений лаборатории радиационного контроля.

Параметры контроля. В перечне основных контролируемых параметров НРБ-99/2009 указаны удельная и объемная активность естественных и техногенных радионуклидов в атмосферном воздухе и почве, суммарная активность альфа- и бета-излучающих радионуклидов в воде открытых водоемов и питьевой воде,

⁴О радиационной безопасности населения: Федер. закон Рос. Федерации.

⁵Санитарные правила и нормативы СанПиН 2.6.1.2523–09. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009): Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации.

⁶Санитарные правила и нормативы СП 2.6.1.2612–10. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010): Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации.

содержание цезия-137 и стронция-90 в продовольственном сырье и пищевых продуктах.

К контролируемым естественным радионуклидам относятся элементы природных радиоактивных рядов тория (родоначальник – Th-232), радия (родоначальник – U-238), актиния (родоначальник – U-235) и калий-40. Измерения активности природных радионуклидов основаны на регистрации гамма-излучения и не представляют серьезных трудностей, благодаря доступности современной спектрометрической аппаратуры и надежных методик измерений активности гамма-излучающих радионуклидов. То же самое относится и к искусственным гамма-излучающим радионуклидам, для которых измерения активности безукоризненно отработаны со времен Чернобыльской аварии, послужившей катализатором оперативной разработки методов измерений активности радионуклидов, выбрасываемых в окружающую среду при ядерной аварии. Несмотря на почти 40-летний период, прошедший со дня аварии, контроль содержания цезия-137, стронция-90 (период полураспада составляет около 30 лет), содержащихся в реакторных выбросах после взрыва, остается значимым для оценки радиационной обстановки и прогнозирования отдаленных последствий радиационных аварий. В отличие от цезия-137, бета-распад которого сопровождается испусканием гамма-квантов с энергией 661,655 кэВ, стронций-90 является чистым бета-излучателем, для регистрации которого не годятся методы гамма-спектрометрии.

Измерения активности альфа-излучающих и чистых бета-излучающих радионуклидов имеют свою специфику, обусловленную механизмом взаимодействия альфа- и бета-излучения с веществом. Альфа-частицы и электроны с малой энергией имеют очень низкую проникающую способность, поэтому для их регистрации требуются детектирующие устройства с безоконными детекторами для минимизации поглощения излучения во входном окне детектора. Более того, измеряемые счетные образцы должны быть настолько тонкими, чтобы исключить поглощение электронов и альфа-частиц внутри материала счетного образца, что приводит к трудоемкому процессу пробоподготовки, вносящему значительный вклад в неопределенность результата измерений.

Метод измерений. Один из самых эффективных способов создания требуемых условий детектирования и ухода от трудоемкого приготовления образцов – это реализация 4π-геометрии измерений. Такой метод реализован в устройствах, использующих в детектирующих системах жидкий сцинтиллятор, в который вводится аликвота анализируемой пробы, содержащей контролируемые радионуклиды.

Средства измерений. В настоящее время применяются несколько типов коммерческих приборов с детектирующими системами на основе ЖС и одного, двух или трех ФЭУ. Самые распространенные СИ⁷:

– радиометры портативные спектрометрические TRIATHLER (18654 – регистрационный номер в ФИФ ОЕИ);

– радиометры альфа-бета-излучения спектрометрические Tri-Carb и Quantulus (19792; 76815–19 – регистрационные номера в ФИФ ОЕИ);

– радиометры жидкостные сцинтилляционные спектрометрические SL-300 (41666–09 – регистрационный номер в ФИФ ОЕИ);

– комплексы спектрометрические СКС-07П «Кондор» (19954–10 – регистрационный номер в ФИФ ОЕИ).

Перечень радионуклидов для поверки. В методиках поверки, разработанных при утверждении типа вышеперечисленных СИ, в качестве основных средств поверки указаны растворы радионуклидов ^3H , ^{14}C , ^{90}Sr , ^{239}Pu . Перечень радионуклидов для поверки сформирован с учетом области применения, назначения, требований к метрологическим характеристикам и результатов испытаний в целях утверждения типа СИ.

Среди вышеперечисленных радионуклидов только ^3H и ^{14}C являются составной частью естественного радиационного фона, обусловленного взаимодействием высокоэнергетических частиц космического излучения (быстрые протоны, нейтроны и пр.) с ядрами атмосферных элементов (азот, кислород, аргон). Если бы возникновение ^3H и ^{14}C ограничивалось исключительно космогенными факторами, их концентрация в окружающей среде была бы крайне незначительна и не представляла опасности для человека. Однако эти радионуклиды, наряду с ^{90}Sr , ^{239}Pu и ^{241}Am , имеют также искусственное происхождение, и контроль их содержания является жизненно важной необходимостью.

Тритий образуется в реакторах всех типов при эксплуатации на АЭС, образование трития происходит в ТВЭЛах, материале замедлителя нейтронов, регулирующих стержнях, теплоносителе первого контура. Основными источниками поступления трития в окружающую среду являются выбросы и жидкие сбросы АЭС, а также радиохимических предприятий по сбору, переработке и хранению жидких радиоактивных отходов.

Концентрация трития в газообразном состоянии в атмосфере несопоставима мала по сравнению с содержанием трития в водоемах, так как тритий с осадками

поступает из воздуха в водоемы и почву, из которой в свою очередь вместе с грунтовыми водами опять попадает в водоем, в которых содержится в виде тритиевой воды.

Тритиевая вода (T_2O) – вода, в которой атомы стабильного изотопа водорода (протия (^1H)) замещены атомами радиоактивного изотопа водорода – трития (^3H). Химические и физические свойства T_2O почти не отличаются от протиевой воды H_2O , чем объясняется механизм распространения тритиевой воды в организме человека и его высокий уровень радиотоксичности. Тритий распадается путем стопроцентного бета-минус перехода на основное состояние стабильного изотопа гелия: $^3_1\text{H} \rightarrow ^3_2\text{He} + e^- + \bar{\nu}_e$, период полураспада трития составляет 12,312 лет.

При бета-распаде трития испускаются электроны, имеющие непрерывный спектр, с очень низкой максимальной энергией 18,564 кэВ. Внешнее облучение электронами с такой энергией не может нанести вред человеку, поэтому опасность представляет исключительно внутреннее облучение. При попадании в организм человека тритий участвует во всех метаболических процессах, воздействует на клетки и молекулы, повреждая их структуру и разрушая молекулярные связи, что может привести к тяжелым патологическим изменениям.

Последствия ядерных испытаний и радиационных аварий на АЭС существенно повысили содержание трития в поверхностных и грунтовых водах особенно на близлежащих к полигонам и атомным объектам территориях, но не настолько, чтобы можно было говорить об экологической катастрофе или ситуации радиационной опасности для человечества. Тем не менее, контроль содержания трития является обязательной составляющей радиационной безопасности, так как невозможно полностью исключить выбросы и сброс трития, образованного в ядерных реакторах при штатной эксплуатации АЭС, и попадание трития в окружающую среду при захоронении жидких радиоактивных отходов.

Для обнаружения ^3H в жидких средах (тритиевой воды) не существует других методов кроме использования ЖС. Измерение открытого источника из трития невозможно, так как будет происходить постоянное неконтролируемое поступление трития в воздух рабочего помещения. Зарегистрировать бета-излучение закрытого источника трития нельзя по той простой причине, что электроны не вылетят из защитного слоя источника из-за низкой энергии электронов.

Радиоактивный изотоп углерода ^{14}C , как и тритий, имеет природное и техногенное происхождение. Естественный ^{14}C образуется в верхних слоях

⁷Приведенные ниже регистрационные номера СИ смотреть в ФИФ ОЕИ (Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений) по ссылке <https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry/4>

атмосферы под воздействием космического излучения в ядерной реакции со стабильным изотопом азота ^{14}N и не представляет радиационной опасности, так как его содержание считается пренебрежимо малым. Искусственный углерод-14 является продуктом взаимодействия реакторных нейтронов с элементами теплоносителя и замедлителя в ядерном реакторе, особенно много углерода-14 образуется в реакторах с графитовым замедлителем. ^{14}C является чистым бета-излучающим радионуклидом с максимальной энергией испускаемых электронов 156 кэВ и периодом полураспада 5700 лет. При β^- распаде углерод превращается в стабильный изотоп азота ^{14}N : $^{14}\text{C} \rightarrow ^{14}\text{N} + e^- + \bar{\nu}_e$.

В организме человека содержится примерно постоянное количество стабильного изотопа углерода – ^{12}C и радиоактивного изотопа углерода – ^{14}C , участвующих в необходимом для жизни углеродном обмене. Дополнительное внутреннее облучение углеродом представляет серьезную угрозу в силу его участия во всех биохимических процессах, поэтому оценка содержания ^{14}C в воде является обязательной во всех зонах наблюдения радиационных объектов. Для измерений удельной активности ^{14}C в воде также применяются ЖС приборы.

Еще одним крайне опасным для человека бета-излучателем является ^{90}Sr , образующийся в цепочке распада продуктов деления урана-235 в ядерном реакторе. При β^- распаде ^{90}Sr с периодом полураспада 28,80 лет превращается в радиоактивный ^{90}Y , который в свою очередь с периодом полураспада 2,668 дня распадается путем β^- перехода на основное состояние стабильного изотопа циркония – ^{90}Zr : $^{90}\text{Sr} \rightarrow ^{90}\text{Y} + e^- + \bar{\nu}_e$; $^{90}\text{Y} \rightarrow ^{90}\text{Zr} + e^- + \bar{\nu}_e$.

Радиоактивное равновесие между ^{90}Sr и ^{90}Y устанавливается довольно быстро, буквально за 2–3 недели, поэтому человек будет в равной степени подвергаться облучению стронцием-90 с максимальной энергией электронов 545,9 кэВ и иттрием-90 с максимальной энергией электронов 2278,7 кэВ. Внешнее облучение ^{90}Sr и ^{90}Y не приводит к высоким дозовым нагрузкам. Поступление внутрь организма является чрезвычайно опасным, так как стронций является остеотропным радиоактивным изотопом, основное накопление которых происходит в костях и костном мозге. Именно поэтому контроль содержания стронция-90 является обязательным в питьевой воде и пищевых продуктах.

Практически все альфа-излучающие радионуклиды являются абсолютно безопасными при внешнем облучении, так как альфа-частицы поглощаются даже наружным кожным покровом. Внутреннее поражающее действие альфа-частиц считается самым опасным видом

воздействия ионизирующего излучения на организм человека, в связи с чем существуют очень жесткие критерии для нормирования удельной активности альфа-излучающих радионуклидов в питьевой воде и продуктах питания в соответствии с МР 2.6.1.0064–2012⁸.

^{239}Pu образуются в активной зоне реактора в результате ядерных реакций ^{238}U с избыточными нейтронами. В свою очередь, из ^{239}Pu в последующих ядерных реакциях образуется ^{241}Pu , который с периодом полураспада примерно 14 лет распадается в ^{241}Am . Таким путем ^{241}Am , период полураспада которого составляет 432,6 года, накапливается в отработанном ядерном топливе и представляет одну из основных проблем при переработке отходов ядерных реакторов.

Обнаружение и оценка удельной активности вышеперечисленных радионуклидов в контролируемых объектах представляет собой одну из первостепенных задач радиационного контроля, нацеленных на обеспечение безопасности и соблюдение регламентируемых норм по облучению населения.

Метод, реализуемый при определении метрологических характеристик СО

Характеризация, или определение аттестованных значений активности радионуклидов СО, выполняется методом TDCR на установке УЭА-6 из состава ГЭТ 6–2016.

Установка УЭА-6 для реализации метода TDCR разработана и создана во ВНИИМ в рамках двустороннего научно-технического сотрудничества с французским национальным метрологическим институтом Laboratoire National Henri Becquerel (LNHB). По завершении работ, в 2013 г., были проведены трехсторонние сличения между ВНИИМ, LNE-LNHB (Франция) и CPST (Литва) по измерению удельной активности тритиевой воды [1]. Раствор трития, имеющий прослеживаемость к опорному значению, согласованному в пределах расширенной неопределенности, установленному ключевыми международными сличениями CCRI(II)-K2.H-3, проведенными пилотной лабораторией LNE-LNHB. Результаты измерений удельной активности трития, представленные ВНИИМ, согласовались в пределах расширенной неопределенности ($k=2$) с опорным значением CCRI(II)-K2.H-3 [2].

В 2015 г. были проведены дополнительные международные сличения CCRI(II)-S12 [3] по расчету активности и стандартной неопределенности для образцов с тритиевой водой, измеренных методом TDCR. Сличения проводились в виртуальном формате, участникам были

⁸ МР 2.6.1.0064–2012 Радиационный контроль питьевой воды методами радиохимического анализа: Методические рекомендации.

отправлены результаты измерений образцов с тритиевой водой, полученные на TDCR-установке в LNE-LNHB. Цель сличений заключалась в сравнении результатов обработки одинаковых экспериментальных данных и оценке стандартной неопределенности полученных результатов. В сличениях приняли участие 22 страны, результат ВНИИМ находился в хорошем согласии с представленными результатами других участников и опорным значением LNE-LNHB, являвшимся пилотной лабораторией сличений. Необходимость подобных сличений объясняется сложностью корректного учета параметров метода TDCR, влияющих на неопределенность результата измерений.

Успешное участие в вышеперечисленных сличениях подтверждает измерительные возможности ВНИИМ в части измерений активности и удельной активности не только ^3H , но и других чистых бета-излучающих радионуклидов, в соответствии с руководящим документом по CIPM MRA «Guidance on Applying the Measurement Methods Matrix (MMM) in Using Comparison Results to Support CMCs».

Детальное описание метода TDCR выходит за рамки данной статьи. Однако отметим, что метод был разработан в 80-х гг. прошлого века польскими учеными К. Pochwalski и R. Broda [4]. Метод основан на применении детектирующей системы с тремя симметрично расположенными вокруг сцинтиллятора фотоумножителями, использовании статистической модели распределения сцинтилляционных фотонов и численном моделировании эффективности. Алгоритм вычисления эффективности регистрации и параметров модели, основанный на методе нелинейной оптимизации функции нескольких переменных Нелдера-Мида, реализован в программе TDCR07C, которая находится в открытом доступе и предназначена для использования исключительно в научных целях. Программа имеет встроенную библиотеку с ядерными данными чистых бета-излучающих (^3H , ^{63}Ni , ^{14}C , ^{90}Sr и пр.) и некоторых электронозахватных радионуклидов.

Благодаря успешному совместному проекту компании CAEN (Италия) и LNE-LNHB по разработке и исследованиям цифровых методов обработки, в последние 10 лет широкое распространение получило использование в TDCR-установках коммерческих многоканальных цифровых модулей CAEN. Основными преимуществами применения модуля является обработка информации с возможностью off-line изменения уровня дискриминации, значений «мертвого» и разрешающего времени, и, соответственно, снижения неопределенности измерений за счет повышения точности устанавливаемых

параметров. В установке УЭА-6 также применяется модуль цифровой обработки аналоговых сигналов CAEN Digitizer N6720 с частотой дискретизации 250 МГц.

В 2016 г. установка УЭА-6 была включена в состав усовершенствованного ГЭТ 6–2016 и в настоящее время применяется для измерений активности и удельной активности чистых бета-излучающих радионуклидов и альфа-излучающих радионуклидов в растворах.

Характеризация СО, оценивание однородности и стабильности

Материалом СО является смесь радионуклидного раствора радионуклида и жидкого сцинтиллятора Ultima Gold, объем смеси составляет не менее 10 см³. Смесь помещена во флакон из полиэтилена вместимостью 20 см³, флакон закрыт завинчивающейся крышкой и дополнительно загерметизирован термоусадочным колпаком.

Для проведения испытаний в целях утверждения типа СО были выполнены измерения активности радионуклида каждого экземпляра из 5 приготовленных наборов. Набор состоит из 5 экземпляров, каждый экземпляр содержит один радионуклид ^3H , ^{14}C , $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$, ^{239}Pu , ^{241}Am .

По результатам характеристики все полученные значения активности радионуклидов находятся в интервале от 500 до 5000 Бк, стандартная неопределенность измеренной активности не превышает 1,5% для каждого бета-излучающего радионуклида и не превышает 1% для альфа-излучающих радионуклидов ^{239}Pu , ^{241}Am . Альфа-излучающие радионуклиды в ЖС регистрируются практически со 100-процентной вероятностью, что подтверждается полученными значениями эффективности регистрации альфа-частиц, равными 99,5% для ^{241}Am и 99,6% – для ^{239}Pu .

Влиянием послеимпульсов, являющихся частым эффектом при взаимодействии альфа-частиц с ЖС, на результат измерений активности и на его неопределенность можно пренебречь благодаря применению модуля цифровой обработки аналоговых сигналов CAEN Digitizer.

Основной вклад в неопределенность для бета-излучающих радионуклидов ^3H , ^{14}C , $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$ вносят составляющие от применяемой статистической модели и параметра ионизационного гашения.

Оценивание межэкземплярной однородности СО не требуется, поскольку каждому экземпляру СО приписывается свое аттестованное значение. Внутриэкземплярная однородность СО гарантируется процедурой приготовления СО активности радионуклидов из применяемых исходных материалов, так как растворы радионуклидов считаются «идеальными»

растворами. Оценка неопределенности от внутриэкземплярной неоднородности не проводилась, поскольку ее вклад учитывается при оценке неопределенности характеристики СО.

Оценивание стабильности выполнены в соответствии с положениями и алгоритмами, установленными в ГОСТ ISO Guide 35. Исследования стабильности проводились в течение 12 месяцев, что позволило увеличить изначально установленный срок годности СО с 1 г. до 3 лет. Для определения временного тренда аттестованных значений активности радионуклидов используется линейная зависимость, так как не существует известной модели деградации материала СО. Учет кинетического механизма изменения активности выполнен приведением всех результатов измерений активности на одну и ту же дату с учетом закона радиоактивного распада. Максимальный полученный наклон линейной зависимости составил 0,05. Относительная стандартная неопределенность, вызванная нестабильностью СО за 36 месяцев не превышает 0,8 %.

Подтверждение стабильности СО является дополнительным свидетельством внутриэкземплярной однородности, так как метод TDCR применим исключительно для образцов с равномерно распределенным по объему сцинтиллятора радионуклидом.

Относительная расширенная неопределенность ($k=2$) аттестованного значения СО рассчитана по формуле

$$U = 2 \cdot \sqrt{u_{char}^2 + u_{st}^2},$$

где u_{st} – относительная стандартная неопределенность от стабильности, %;

u_{char} – относительная стандартная неопределенность от характеристики, %.

Полученные значения относительной расширенной неопределенности ($k=2$) аттестованного значения каждого экземпляра СО не превышают 4 %.

Заключение

На основании положительных результатов испытаний в целях утверждения типа СО приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 16 ноября 2023 г. № 2379 утверждён новый тип СО активности радионуклидов (набор АР-ЖС-ВНИИМ), регистрационный № ГСО 12375–2023/ГСО 12379–2023⁹, производитель СО – ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева», серийное производство.

Работы выполнены в рамках НИР «Разработка и создание набора ГСО на основе смеси радионуклидных растворов и жидкого сцинтиллятора» в целях реализации Программы деятельности ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева».

СО применяется в качестве рабочего эталона активности 1-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений активности радионуклидов, удельной активности радионуклидов, потока и плотности потока альфа-, бета-частиц и фотонов радионуклидных источников.

Установленный срок годности СО составляет 3 года (после внесения изменений в описание типа).

Несмотря на успешное завершение работ, нельзя сказать, что это финальная стадия разработки СО

⁹ ФИФ ОЕИ. <https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry/19>

Таблица 1. Нормированные метрологические характеристики СО

Table 1. Standardized metrological characteristics of CRMs

Номер ГСО в наборе	Индекс СО в наборе	Интервал допускаемых аттестованных значений активности радионуклида		Допускаемое значение относительной расширенной неопределенности аттестованного значения СО (при $k=2$)*, %
		Радионуклид	Бк	
ГСО 12375–2023	АР-ЖС-1-ВНИИМ	H-3	500–5 000	5
ГСО 12376–2023	АР-ЖС-2-ВНИИМ	C-14	500–5 000	5
ГСО 12377–2023	АР-ЖС-3-ВНИИМ	Sr-90+Y-90	500–5 000	5
ГСО 12378–2023	АР-ЖС-4-ВНИИМ	Pu-239	500–5 000	5
ГСО 12379–2023	АР-ЖС-5-ВНИИМ	Am-241	500–5 000	5

* Численно равно границам относительной погрешности аттестованного значения СО $\pm \delta$ (в %) для $P=0,95$.

активности на основе растворов радионуклидов и ЖС. Основным обоснованием продолжения работ в данной области является необходимость увеличения срока годности СО. По истечении срока эксплуатации СО переходят в разряд ЖРО и подлежат передаче на захоронение в соответствии с Федеральным законом № 190-ФЗ¹⁰, тем самым увеличивая вклад в глобальное радиоактивное загрязнение окружающей среды.

Накопление РАО является неотъемлемой частью современного мира, который уже невозможно представить без ядерной энергетики, современных промышленных технологий, использующих радиоактивные изотопы, или достижений ядерной медицины. Сведение к минимуму опасности обращения с РАО для человека и окружающей среды считается одной из самых серьезных радиоэкологических проблем, требующих существенных технических и организационных затрат.

Разработка радионуклидных источников и СО, безопасная эксплуатация которых может осуществляться в течение длительного срока, является приоритетной проблемой, направленной на поддержание и сохранение нормальной радиоэкологической обстановки. Исследование стабильности в течение нескольких последующих лет с большой вероятностью позволит увеличить срок годности СО, которые описаны в данной статье, но есть и другой путь, который представляется более перспективным и эффективным.

Создание в перспективе СО, являющихся аналогом негашеных стандартов NIST (США) со сроком службы не менее 10 лет, полностью покроет потребность в средствах поверки ЖС приборов и послужит импортозамещением контрольных источников, которые необходимы для регулярного самотестирования радиометров альфа-бета-излучения спектрометрических Tri-Carb и Quantulus. Разработка таких СО требует внедрения технологии удаления снижающего световыход сцинтиллятора кислорода из смеси раствора радионуклида и ЖС и последующей надежной герметизации стеклянных флаконов. Разработку технологии изготовления негашеных стандартов можно считать одной из первоочередных задач по обеспечению эталонами ЖС радиометрии и спектрометрии для поддержания единства измерений в этой области.

Другой, не менее важный вопрос, – оценка потребностей измерительных лабораторий в СО для калибровки ЖС, используемых для проведения измерений удельной активности альфа-излучающих и чистых

¹⁰ Об обращении с радиоактивными отходами и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации : Федеральный закон.

бета-излучающих радионуклидов в жидких средах. Перечень радионуклидов может быть значительно расширен по сравнению с представленными в наборе АР-ЖС-ВНИИМ в зависимости от решаемых задач. При необходимости построения кривой гашения могут быть разработаны СО с добавками химических гасителей, например, четыреххлористого углерода CCl₄. Аналогичные СО требуются не только для калибровки, но и для проведения межлабораторных сравнительных испытаний и контроля точности методик измерений.

И в завершение приведем информацию, относящуюся к проведению поверки уже утвержденных СИ с использованием нового типа СО (набор АР-ЖС-ВНИИМ). В настоящее время планируется разработка национального стандарта «ГСИ. Жидкосцинтилляционные радиометры. Методика поверки», утверждение которого позволит унифицировать средства и методы поверки для эксплуатируемых и вновь разрабатываемых СИ. Намечены работы по внесению изменений в действующие методики поверки. До тех пор, пока изменения не вступят в силу, рекомендуется использовать СО в качестве средств поверки на основании введения в действие ГОСТ 8.033-2023.

Благодарности: Авторы благодарят за помощь в подготовке и выполнении работ:

– руководителя отделения ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева», канд. техн. наук Сергея Викторовича Медведевских;

– главного специалиста ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева», канд. хим. наук Александра Валерьевича Вячеслава;

– руководство ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»: финансирование работ осуществлялось ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева» в рамках внутренней научно-исследовательской работы (НИР) «Разработка и создание набора ГСО на основе смеси радионуклидных растворов и жидкого сцинтиллятора».

Acknowledgments: The authors are grateful to Sergey V. Medvedevskikh, Cand. Sci. (Eng.), Head of the Department of the D. I. Mendeleev Institute for Metrology (VNIIM); Alexander V. Vyacheslavov, Cand. Sci. (Chem.), Chief Specialist of the D. I. Mendeleev Institute for Metrology (VNIIM); Leadership of the D. I. Mendeleev Institute for Metrology (VNIIM); financing of the work was carried out by D. I. Mendeleev Institute for Metrology (VNIIM).

Вклад соавторов: Шильникова Т. И. – разработка концепции исследований, подготовка статьи;

Жуков Г. В. – контроль проведения исследований, курирование данных; Эпов М. С. – проведение исследовательских работ, программирование.

Contribution of the authors: Shilnikova T. I. – development of the research, preparation of the article; Zhukov G. V. – control of research and results; Epov M. S. – research and programming.

Конфликт интересов. Автор заявляет, что у них нет потенциального конфликта интересов в связи с исследованием, представленным в данной статье.

Conflict of interest. The author declares no conflict of interest.

Финансирование: Работы выполнены в рамках НИР «Разработка и создание набора государственных стандартных образцов на основе смеси радионуклидных растворов и жидкого сцинтиллятора», организованной ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева».

Funding: The work was carried out within the research work «Development and creation of a set of CRMs based on a mixture of radionuclide solutions and a liquid scintillator» organized by the D. I. Mendeleev Institute for Metrology (VNIIM).

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. (3)H activity comparison between FTMC, VNIIM and LNE-LNHB / P. Cassette [et al.] // *Applied Radiation and Isotopes*. 2016. Vol. 109. P. 41–43. <https://doi.org/10.1016/j.apradiso.2015.11.063>
2. Results of the CCRI(II)-K2. H-3 key comparison 2018: measurement of the activity concentration of a tritiated-water source / P. Cassette [et al.] // *Metrologia*. 2020. Vol. 57(1A). P. 06004. <https://doi.org/10.1088/0026-1394/57/1A/06004>
3. Results of the CCRI(II)-S12.H-3 supplementary comparison: comparison of methods for the calculation of the activity and standard uncertainty of a tritiated-water source measured using the LSC-TDCR method / P. Cassette [et al.] // *Applied Radiation and Isotopes*. 2018. Vol. 134. P. 257–262. <http://doi.org/10.1016/j.apradiso.2017.07.007>
4. Broda R., Pochwalski K. The enhanced triple to double coincidence ratio (ETDCR) method for standardization of radionuclides by liquid-scintillation counting // *Nuclear Instruments & Methods in Physics Research Section A-accelerators Spectrometers Detectors and Associated Equipment*. 1992. A312. P. 85–89.

REFERENCES

1. Cassette P., Butkus P., Gudelis A., Shilnikova T. (3)H activity comparison between FTMC, VNIIM and LNE-LNHB. *Applied Radiation and Isotopes*. 2016;109:41–43. <https://doi.org/10.1016/j.apradiso.2015.11.063>
2. Cassette P., Arinc A., Capogni M. C., De Felice P., Dutsov G., Galea R. et al. Results of the CCRI(II)-K2. H-3 key comparison 2018: measurement of the activity concentration of a tritiated-water source. *Metrologia*. 2020;57(1A):06004. <https://doi.org/10.1088/0026-1394/57/1A/06004>
3. Cassette P., Altitzogloub T., Antohec A., Rossid M., Arince A., Capognif M. et al. Results of the CCRI(II)-S12.H-3 supplementary comparison: comparison of methods for the calculation of the activity and standard uncertainty of a tritiated-water source measured using the LSC-TDCR method. *Applied Radiation and Isotopes*. 2018. Vol. 134. P. 257–262. <http://doi.org/10.1016/j.apradiso.2017.07.007>
4. Broda R., Pochwalski K. The enhanced triple to double coincidence ratio (ETDCR) method for standardization of radionuclides by liquid-scintillation counting. *Nuclear Instruments & Methods in Physics Research Section A-accelerators Spectrometers Detectors and Associated Equipment*. 1992; A312:85–89.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

ГОСТ ISO Guide 35 Стандартные образцы. Общие и статистические принципы сертификации (аттестации) = Reference materials – General and statistical principles for certification. М. : Стандартинформ, 2017. 65 с.

ГОСТ 8.033-2023 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений активности радионуклидов, удельной активности радионуклидов, потока и плотности потока альфа-, бета-частиц и фотонов радионуклидных источников = State system for the uniformity of measurements. State verification schedule for means measuring radionuclide activity, specific radioactivity, flux and flux density of α -, (3-particles and photons of radionuclide sources. М. : Российский институт стандартизации. 2023. 7 с.

ГЭТ 6–2016 Государственный первичный эталон единиц активности радионуклидов, удельной активности радионуклидов, потока альфа-, бета-частиц и фотонов радионуклидных источников / Институт-хранитель ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева» // Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений : официальный сайт. URL: <https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry/12/items/397939> (дата обращения: 15.09.2023).

МР 2.6.1.0064–2012 Радиационный контроль питьевой воды методами радиохимического анализа: Методические рекомендации. М. : Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2013. 74 с.

СанПиН 2.6.1.2523–09 Санитарные правила и нормативы. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009): Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 7 июля 2009 года № 47 // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов [сайт]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/902170553?ysclid=Izich1bbhn439678756> (дата обращения: 15.09.2023).

СП 2.6.1.2612–10 Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010): Постановление главного санитарного врача Российской Федерации от 26 апреля 2010 г. № 40 : С изменениями и дополнениями от 16 сентября 2013 г. // Информационно-правовой портал «Гарант» [сайт].

<https://base.garant.ru/12177986/53f89421bbdaf741eb2d1ecc4ddb4c33/?ysclid=Iz6xr14kv4304096501> (дата обращения: 15.09.2023).

ФИФ ОЕИ – Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений : официальный сайт.

URL: <https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry> (дата обращения: 15.09.2023).

Координация всемирной системы измерений для обеспечения сопоставимых и признанных на международном уровне результатов измерений // Международное бюро мер и весов (МБМВ; франц. Bureau International des Poids et Mesures, BIPM) : официальный сайт. URL: <https://www.bipm.org/en/committees/cc/ccri/publications> (дата обращения: 15.09.2023).

О введении в действие межгосударственного стандарта : Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) от 6 сентября 2023 г. № 814-ст. // Информационно-правовой портал «Гарант» [сайт]. URL: <https://base.garant.ru/407724396/?ysclid=Izkznmhd2432930303> (дата обращения: 15.09.2023).

О радиационной безопасности населения: Федер. закон Рос. Федерации 9 января 1996 года № 3-ФЗ: принят Гос. Думой Федер. Собрании Рос. Федерации 5 декабря 1995 года (в редакции от 18.03.2023 № 67-ФЗ) // Росс. газета. 1996. 17 января.

Об обращении с радиоактивными отходами и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации : Федеральный закон от 11 июля 2011 г. № 190-ФЗ: принят Гос. Думой Федер. Собрании Рос. Федерации 29 июня 2011 года: одобрен Советом Федерации 6 июля 2011 года: С изменениями и дополнениями от 21 декабря 2021 г. // Информационно-правовой портал «Гарант» [сайт]. URL: <https://base.garant.ru/12187848/?ysclid=Izie4kux2i355844983> (дата обращения: 15.09.2023).

Радиационный контроль питьевой воды методами радиохимического анализа: Методические рекомендации. М. : Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2013. 74 с.

Санитарные правила и нормативы СП 2.6.1.2612–10. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010): Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 26 апреля 2010 г. № 40 // Информационно-правовой портал «Гарант» [сайт].

URL: <https://base.garant.ru/12177986/53f89421bbdaf741eb2d1ecc4ddb4c33/?ysclid=Izicqjoodv114893884> (дата обращения: 15.09.2023).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Шильникова Татьяна Ивановна – заместитель руководителя отдела измерений ионизирующих излучений, ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»

190005, Россия, г. Санкт-Петербург, Московский пр., 19
e-mail: shti@vniim.ru

Жуков Григорий Васильевич – и. о. руководителя отдела измерений ионизирующих излучений, ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»

190005, Россия, г. Санкт-Петербург, Московский пр., 19
e-mail: zgv@vniim.ru

Епов Михаил Сергеевич – инженер, ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»

190005, Россия, г. Санкт-Петербург, Московский пр., 19
e-mail: m.s.epov@vniim.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Tatyana I. Shilnikova – Deputy Head of the Ionizing Radiation Measurement Department, D. I. Mendeleev Institute for Metrology

19 Moskovsky ave., St. Petersburg, 190005, Russia
e-mail: shti@vniim.ru

Grigory V. Zhukov – Acting Head of the Ionizing Radiation Measurements Department, D. I. Mendeleev Institute for Metrology

19 Moskovsky ave., St. Petersburg, 190005, Russia
e-mail: zgv@vniim.ru

Mikhail S. Epov – Engineer, D. I. Mendeleev Institute for Metrology

19 Moskovsky ave., St. Petersburg, 190005, Russia
e-mail: m.s.epov@vniim.ru

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА ВЕЩЕСТВ И МАТЕРИАЛОВ

Научная статья

УДК 532.137:620.179.111:621.9.08:006.91

<https://doi.org/10.20915/2077-1177-2024-20-3-53-64>



Метод детектирования мениска жидкости в капилляре с использованием датчика ультрафиолетового излучения

А. В. Миргородская^{1,2}  , А. Ю. Дунаев³ , А. А. Неклюдова¹ 

¹ ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д. И. Менделеева», г. Санкт-Петербург, Россия
 a.v.mirgorodskaya@vniim.ru

² Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, г. Санкт-Петербург, Россия

³ ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт оптико-физических измерений», г. Москва, Россия

Аннотация: Точность определения физико-химических свойств жидкости, в частности – оценка вязкости используемой жидкости – рассматривается как важная техническая задача в медицине, пищевой, нефтяной, химической промышленности, а также в других сферах, определяющих качество и безопасность жизни и деятельности человека. Например, оценка вязкости используемой жидкости – ключевой этап проектирования гидравлических систем. Сегодня совершенствование методов определения вязкости жидкости идет по пути автоматизации (цифровизации) средств и методов измерения. В этой части деятельность метрологов и инженеров согласуется с принятой в 2017 году национальной программой «Цифровая экономика Российской Федерации».

В статье рассматривается капиллярный метод определения кинематической вязкости жидкости как наиболее точный из всех возможных методов в настоящее время. Метод основан на определении времени истечения жидкости между двумя отметками, которые нанесены на стенки стеклянного капиллярного вискозиметра, образуя измерительный резервуар. Одна из основных проблем данного метода заключается в том, что все этапы измерения производит человек, даже фиксирование момента пересечения мениском жидкости метки, что является нарушением одного из ключевых принципов автоматизации процесса – независимости выполнения, которое подразумевает лишь наблюдение за работой системы.

Поскольку готовые решения не подходят под измерительные задачи лаборатории, руководство приняло решение разработать и провести исследование информационно-измерительной системы, которая будет осуществлять процесс детектирования мениска жидкости на уровне метки, а также производить пересчет измеренного временного интервала в значение кинематической вязкости. Ключевым решением в данной разработке является выбор датчика для детектирования мениска жидкости. На основании проведенного литературного обзора было решено использовать фотоэлектрический датчик. Для выбора длины волны, на которой будет работать датчик, проведено исследование спектров пропускания жидкостей, используемых при работе данным методом. Таким образом, для автоматизации метода детектирования мениска жидкости при его пересечении нанесенной на капиллярную трубку метки подобран тип фотоэлектрического датчика, предназначенного для работы в УФ-диапазоне.

Статья адресована метрологам, производящим поверку и калибровку стеклянных капиллярных вискозиметров, специалистам в области экспериментальной и теоретической вискозиметрии. Предложенный авторами метод может стать основой для дальнейшего совершенствования метода измерений кинематической вязкости жидкости.

Ключевые слова: кинематическая вязкость, капиллярный вискозиметр, мениск жидкости, датчик ультрафиолетового излучения, измерительная система, автоматизация

Принятые сокращения: ФИФ ОЕИ – Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений; СО – стандартный образец; УФ – ультрафиолетовый.

Ссылка при цитировании: Миргородская А. В., Дунаев А. Ю., Неклюдова А. А. Метод детектирования мениска жидкости в капилляре с использованием датчика ультрафиолетового излучения // Эталоны. Стандартные образцы. 2024. Т. 20, № 3. С. 53–64. <https://doi.org/10.20915/2077-1177-2024-20-3-53-64>

Статья поступила в редакцию 29.05.2024; одобрена после рецензирования 27.06.2024; принята к публикации 25.09.2024.

MODERN METHODS OF ANALYSIS OF SUBSTANCES AND MATERIALS

Research Article

Method of Detecting Liquid Meniscus in Capillary Using Ultraviolet Sensor

Anastasia V. Mirgorodskaya^{1,2}  , Aleksandr Yu. Dunaev³ , Anastasiya A. Neklyudova¹ 

¹D. I. Mendeleev Institute for Metrology, St. Petersburg, Russia

 a.v.mirgorodskaya@vniim.ru

²Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russia

³All-Russian Research Institute for Optical and Physical Measurements, Moscow, Russia

Abstract: The accuracy of determining the physical and chemical properties of a liquid, in particular, assessing the viscosity of the liquid used, is considered an important technical problem in medicine, food, oil, chemical industries, as well as in other areas that determine the quality and safety of human life and activity. For example, assessing the viscosity of the liquid used is a key stage in the design of hydraulic systems. Today, the improvement of methods for determining the viscosity of a liquid is on the path to automation (digitalization) of measurement instruments and methods. In this area, the activities of metrologists and engineers are consistent with the national program «Digital Economy of the Russian Federation» adopted in 2017.

The article discusses the capillary method for determining the kinematic viscosity of a liquid as the most accurate of all possible methods at present. The method is based on determining the time of liquid flow between two marks, which are applied to the walls of a glass capillary viscometer forming a measuring tank. One of the main problems of this method is that all stages of measurement are performed by a person, even recording the moment when the liquid meniscus crosses the mark, which is a violation of one of the key principles of process automation – independence of execution, which only implies monitoring the operation of the system.

Since ready-made solutions do not fit the laboratory's measurement tasks, the management decided to develop and conduct a study of an information and measuring system that will carry out the process of detecting the liquid meniscus at the mark level, as well as recalculate the measured time interval into the kinematic viscosity value. The key decision in this development is the choice of a sensor for detecting the liquid meniscus. Based on the literature review, it was decided to use a photoelectric sensor. A study of the transmission spectra of liquids used in this method was conducted to select the wavelength at which the sensor will operate. Thus, a type of photoelectric sensor designed to operate in the UV range has been selected to automate the method of detecting the liquid meniscus when it crosses a mark applied to a capillary tube.

The article is addressed to metrologists who perform verification and calibration of glass capillary viscometers, specialists in the field of experimental and theoretical viscometry. The method proposed by the authors can become the basis for further improvement of the method for measuring the kinematic viscosity of a liquid.

Keywords: kinematic viscosity, capillary viscometer, liquid meniscus, ultraviolet radiation sensor, measuring system, automation

Abbreviations used: FIF EUM – Federal Information Fund for Ensuring the Uniformity of Measurements; RM – reference material; UV – ultraviolet.

For citation: Mirgorodskaya A. V., Dunaev A. Yu., Neklyudova A. A. Method of detecting liquid meniscus in capillary using ultraviolet sensor. *Measurement Standards. Reference Materials*. 2024;20(3):53–64 (In Russ.). <https://doi.org/10.20915/2077-1177-2024-20-3-53-64>

The article was submitted 29.05.2024; approved after reviewing 27.06.2024; accepted for publication 25.09.2024.

Введение

Актуальное состояние

Цифровизация и автоматизация определяют технологическую картину мира в XXI веке. Ряд специалистов в своих трудах характеризует данный исторический период как «зарю IV промышленной революции» [2–4], к основным приметам которой относятся развитие «интернета вещей» (англ. *internet of things, IoT*), технологии «больших данных» (англ. *big data*), концепции «киберфизических систем» (англ. *cyber-physical system*).

В Большой российской энциклопедии понятие «автоматизация» обозначает «получение, передачу, хранение, распределение и преобразование информации о состоянии объекта, которым может являться любой предмет познания или деятельность человека, с помощью применения технических и программных средств» [1]. ГОСТ Р 59853–2021¹ определяет «автоматизированный процесс» как «процесс, совершаемый человеком при помощи средств автоматизации». В первую очередь роботизированным, автоматизированным системам делегированы выполняемые вручную рутинные операции [5]. К новым условиям метрологи стремятся адаптировать и методы измерений.

Нормативная база

В Российской Федерации для осуществления цифровизации и автоматизации создана крепкая законодательная база. Так, в 2017 году Правительством Российской Федерации утверждена программа «Цифровая экономика Российской Федерации», определяющая, кроме прочих, следующие цели:

– создание экосистемы цифровой экономики Российской Федерации, в которой данные в цифровой форме являются ключевым фактором производства во всех сферах социально-экономической деятельности, в которой обеспечено эффективное взаимодействие, включая трансграничное, бизнеса,

¹ ГОСТ Р 59853–2021 Информационные технологии. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Термины и определения.

научно-образовательного сообщества, государства и граждан;

– создание необходимых и достаточных условий институционального и инфраструктурного характера, устранение имеющихся препятствий и ограничений для создания и (или) развития высоко технологических бизнесов и недопущение появления новых препятствий и ограничений как в традиционных отраслях экономики, так и в новых отраслях и высокотехнологичных рынках;

– повышение конкурентоспособности на глобальном рынке как отдельных отраслей экономики Российской Федерации, так и экономики в целом.

Указанные документы служат ориентиром и в деятельности метрологов. Во ВНИИМ им. Д. И. Менделеева ведутся соответствующие разработки [6–10].

Актуальные разработки

В рамках данного исследования важной представляется работа [10] по совершенствованию ГЭТ 17–2018², который состоит из нескольких комплексов. Некоторые из этих комплексов включают вискозиметры стеклянные капиллярные с «висячим уровнем» типа Ubbelohde. Они в совокупности с секундомерами, термометрами и другим вспомогательным оборудованием позволяют реализовать наиболее точный метод определения кинематической вязкости жидкости – капиллярный метод [11].

Определение номинального значения кинематической вязкости градуировочной жидкости данным методом осуществляется следующим образом:

1) вискозиметр из состава эталона заполняют градуировочной жидкостью;

2) вискозиметр с градуировочной жидкостью помещают в термостат и выдерживают не менее 30 минут. При помощи термометра контролируют температуру теплоносителя;

² ГЭТ 17–2018 Государственный первичный эталон единиц динамической и кинематической вязкости жидкости.

3) по завершении термостатирования градуировочной жидкости оператор при помощи вспомогательного оборудования образует в капиллярном вискозиметре так называемый «висячий уровень»;

4) оператор проводит серию измерений времени истечения определенного объема градуировочной жидкости через капилляр вискозиметра путем наблюдения и запуска/остановки секундомера в момент времени пересечения мениском жидкости отметок М1 и М2, нанесенных на капилляр (рис. 1).

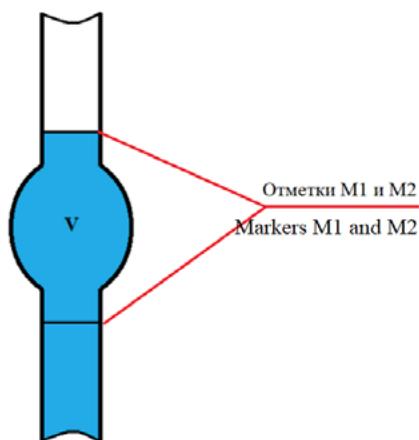


Рис. 1. Схематичное представление нанесения рисок на капилляр вискозиметра

Fig. 1. Schematic representation of the application of drawings on the capillary of the viscometer

Оператор на основании полученных данных рассчитывает значение кинематической вязкости по формуле [1] (уравнение измерений на ЭК ГЭТ 17/1-КВИ)

$$\nu = C \cdot \tau \cdot \left(1 - \frac{e}{\rho}\right) - \frac{B}{\tau},$$

где ν – кинематическая вязкость исследуемой жидкости, мм²/с; C – постоянная вискозиметра, мм²/с²; τ – время истечения жидкости через капилляр вискозиметра, с; e – плотность воздуха, г/см³; ρ – плотность исследуемой жидкости, г/см³; B – постоянная вискозиметра, зависящая от потери жидкостью кинетической энергии, мм².

Проблематика работы

Капиллярный метод является наиболее точным методом определения кинематической вязкости жидкости – на его основе осуществляется процесс воспроизведения и передачи единицы кинематической вязкости от ГЭТ 17–2018 к рабочим эталонам 1-го разряда высокоточным средствам измерений вязкости при помощи градуировочной жидкости методом

сличения (основание – приказ Росстандарта № 2622³). Но на величину итоговой погрешности результатов, полученных капиллярным методом, существенно влияет человеческий фактор, заключающийся в ручном определении моментов запуска и остановки таймера (оператор наблюдает за ходом жидкости при помощи лупы). Задача детектирования момента пересечения мениском отметки требует от оператора уверенных навыков и опыта во избежание ошибок, как это продемонстрировано в работе [13].

Целеполагание

Целью данного исследования являлась разработка информационно-измерительной системы, способной исключить участие человека на этапе запуска и остановки таймера.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить первоочередную задачу – выбрать для дальнейшего взаимодействия с таймером датчик, фиксирующий момент времени пересечения мениском жидкости риск, нанесенных на капилляр.

Материалы и методы

Оборудование

Автоматические системы для вычисления кинематической вязкости жидкостей широко применяются для измерительных задач. Но есть причины, по которым они не могут быть использованы как готовое решение. В частности, подобные системы укомплектованы стандартным набором капиллярных вискозиметров, так что при смене капилляров требуется сложная калибровка [14].

Существует широкий перечень классификаций датчиков [15, 16]. Так, в работе [16] выделено 24 классификационных признака. Выбор подходящего устройства в рамках настоящего исследования начался с того, что были сформулированы некоторые ограничения. В частности, (а) искомый датчик не должен воздействовать на жидкость в капилляре; (б) исключалась возможность помещать посторонние предметы внутрь или поверх капилляров.

К изучению был взят зарубежный опыт [17–19]. Был учтен способ реализации детектирования мениска жидкости в некоторых аналогичных системах, а именно⁴:

³ Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений вязкости жидкостей.

⁴ Приведенные ниже регистрационные номера смотреть в ФИФ ОЕИ (Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений) по ссылке: <https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry>

1) автоматических системах измерения вязкости (автоматическая система измерения вязкости PVS LAUDA (регистрационный номер 33885–07);

2) вискозиметрах автоматических для измерений кинематической вязкости АКВ (регистрационный номер 37803–08);

3) анализаторе вязкости HVM 472 (регистрационный номер 30086–05).

В итоге было решено использовать оптический датчик. Данное решение обладает рядом преимуществ [20, 21]: малые габаритные размеры и масса, высокая чувствительность, электромагнитная совместимость, возможность объединения в сети. Кроме того, применение данного типа датчика обусловлено отсутствием какого-либо влияния на капилляр и жидкость в нем и относительной простотой его конструкции и реализации.

Методология измерений

Идея применения фотоэлектрического датчика заключается в том, что все материалы поглощают излучение в той или иной степени [22, 23]. Излучатель устанавливается напротив отметки, приемник устанавливается также на уровне отметки, но напротив излучателя. При правильном выборе длины волны излучения оно не попадет на приемник в момент, когда мениск жидкости пересечет отметку и цепь разомкнется (или замкнется – что зависит от схемы, применяемой непосредственно в датчике), это приведет к запуску/остановке таймера. Главной отличительной чертой разрабатываемой системы от существующих систем является нахождение детектора за пределами термостата. Следовательно, необходимо учитывать, что капилляр с исследуемым образцом помещен в некоторый теплоноситель и при выборе частоты важно, чтобы для излучения материал теплоносителя был прозрачным (для рабочей длины волны излучения).

Процедура измерений

Номенклатура материалов и оборудования. Для проведения исследований были подготовлены СО вязкости, применяемые при проведении калибровки и поверки вискозиметров стеклянных капиллярных, и образцы материалов теплоносителей из термостатов. Здесь стоит отметить, что ГЭТ 17–2018 аттестован в диапазоне значений температуры от $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+150\text{ }^{\circ}\text{C}$, что является причиной применения разных теплоносителей:

– от $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ в качестве теплоносителя применяется спирт этиловый ректифицированный «Экстра» из пищевого сырья по ГОСТ 5962–2013⁵;

⁵ ГОСТ 5962–2013 Спирт этиловый ректифицированный из пищевого сырья. Технические условия.

– от $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ – дистиллированная вода по ГОСТ Р 58144–2018⁶;

– от $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ – полиметилсилоксановая жидкость ПМС-20 или силиконовое масло Thermal Silicon OIL 200–10.

Научно-исследовательская лаборатория государственных эталонов в области измерений плотности и вязкости жидкости производит свыше 100 типов СО. Более 20 из них относятся к стандартным образцам вязкости⁷. СО вязкости отличаются интервалами значений кинематической и динамической вязкости. Для проведения исследования было решено использовать СО с регистрационными номерами⁸ ГСО 8586–2004 (РЭВ-2), ГСО 8598–2004 (РЭВ-600), ГСО 8599–2004 (РЭВ-1000), ГСО 8603–2004 (РЭВ-10000).

Параметры исследования. В качестве параметра исследования применялся спектральный коэффициент пропускания, который определяется как отношение величины спектрального потока излучения, прошедшего через исследуемый образец, к величине спектрального потока излучения, падающего на образец. Спектральный коэффициент пропускания является функцией пропускания T от длины волны λ [24]. Пропускание может принимать значения от 0% (вещество полностью поглощает излучение) до 100% (среда полностью прозрачна для излучения).

Для экспериментального исследования использовался спектрофотометр Agilent Cary 5000 из состава вторичного эталона единиц спектрального коэффициента направленного пропускания и оптической плотности в диапазоне длин волн от 0,2 до 2,5 мкм (регистрационные № 2.1.ZZB.0226.2016), позволяющий производить измерения с суммарной стандартной неопределенностью до 0,3% (далее – спектрофотометр).

Алгоритм измерений. Измерения проходили следующим образом. Образцом исследуемой жидкости заполнялась чистая сухая стеклянная кювета с длиной пути 10 мм. Затем кювета помещалась в спектрофотометр. Исследование образца проходило в диапазоне длин волн от 250 до 2500 нм, что позволило наблюдать за характером изменения спектра пропускания образца

⁶ ГОСТ Р 58144–2018 Вода дистиллированная. Технические условия.

⁷ НИЛ 2302. Стандартные образцы : официальный сайт. URL: <https://www.vniim.ru/nil-2302-standard.html#rev> (дата обращения: 29.11.2023).

⁸ Приведенные далее регистрационные номера СО и СИ смотреть в ФИФ ОЕИ (Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений) по ссылке <https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry>

в зависимости от того, в каком диапазоне ведется наблюдение. Для учета влияния пропускания кюветы при измерении спектрального потока излучения, падающего на образец, в измерительный отсек устанавливалась кювета без вещества.

Все измерения проводились согласно руководству по эксплуатации «Спектрофотометры моделей Cary 100, Cary 300, Cary 4000, Cary 5000, Cary 6000i, Cary 7000. Руководство по эксплуатации» и Правилам содержания и применения эталона⁹.

Результаты и обсуждение

Выводы экспериментальной части

На рис. 2 приведены графики полученных результатов исследования СО на спектрофотометре.

На рис. 3 показаны спектры пропускания образцов теплоносителя из термостатов.

Для простоты отображения на рисунках ниже приводится спектр пропускания только одного из представленных выше СО вязкости. На рис. 4–6 приведены графики спектра пропускания СО вязкости в сравнении с графиками спектра пропускания образцов спирта, масла, дистиллированной воды соответственно.

Полученные зависимости (рис. 2) имеют схожий характер, что объясняется использованием при их

приготовлении материалов одной группы. Также после рассмотрения графиков (рис. 3) можно сделать вывод, что спектры пропускания образцов жидкостей теплоносителя частично похожи на рассмотренные выше спектры пропускания СО. Это объясняется тем, что в состав СО вязкости входят вода, спирты и компоненты, схожие с компонентами, которые применяют при изготовлении масла.

Конструкция фотоприемного устройства

Однако при сравнении каждого образца жидкости теплоносителя со стандартным образцом вязкости (рис. 4–6) можно заметить, что при длине волны излучения от 280 до 360 нм образцы жидкостей теплоносителей будут прозрачны, но при этом СО поглотит все излучение. Данному интервалу длин волн соответствует УФ-диапазон [25]. В состав разрабатываемого устройства для детектирования мениска жидкости должны входить источник узкополосного излучения и фотоприемное устройство УФ-диапазона.

Фотоприемное устройство должно включать приемник оптического излучения, усилитель выходного сигнала и цифро-аналоговый преобразователь, который может быть выполнен в виде мультиметра с цифровым интерфейсом. Предпочтительным приемником оптического излучения является кремниевый фотодиод, оптимизированный для применения в УФ-диапазоне. Фотодиод не требует обязательной модуляции излучения, поэтому оптическая схема устройства может быть сильно упрощена. Однако применение амплитудной модуляции источника предпочтительно для снижения шумов.

Источником узкополосного излучения могут выступать светодиод или лампа накаливания из увиолевого или кварцевого стекла с установленным полосовым фильтром. Применительно к решаемой задаче полосовой

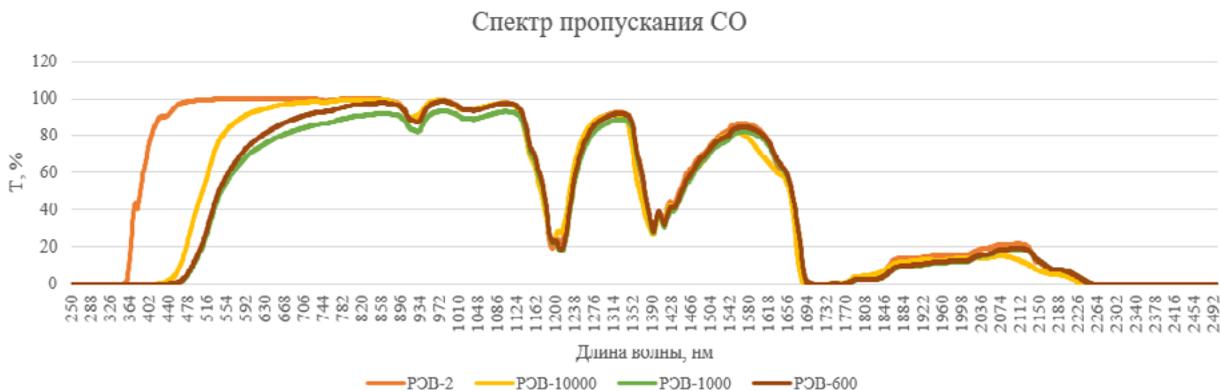


Рис. 2. Спектры пропускания СО
Fig. 2. Transmission spectra of RMs

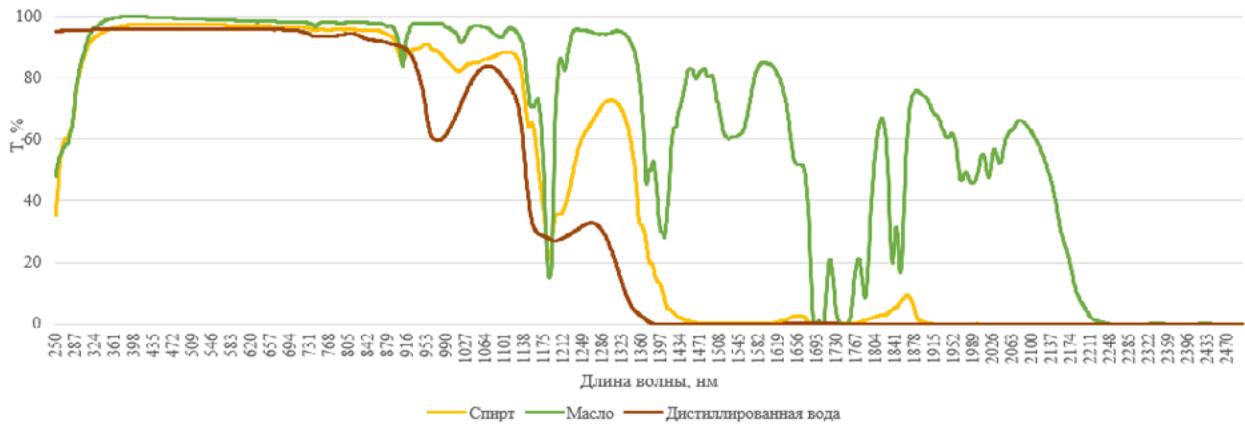


Рис. 3. Спектры пропускания теплоносителей (вода, спирт, масло)
 Fig. 3. Transmission spectra of heat carriers (water, alcohol, oil)

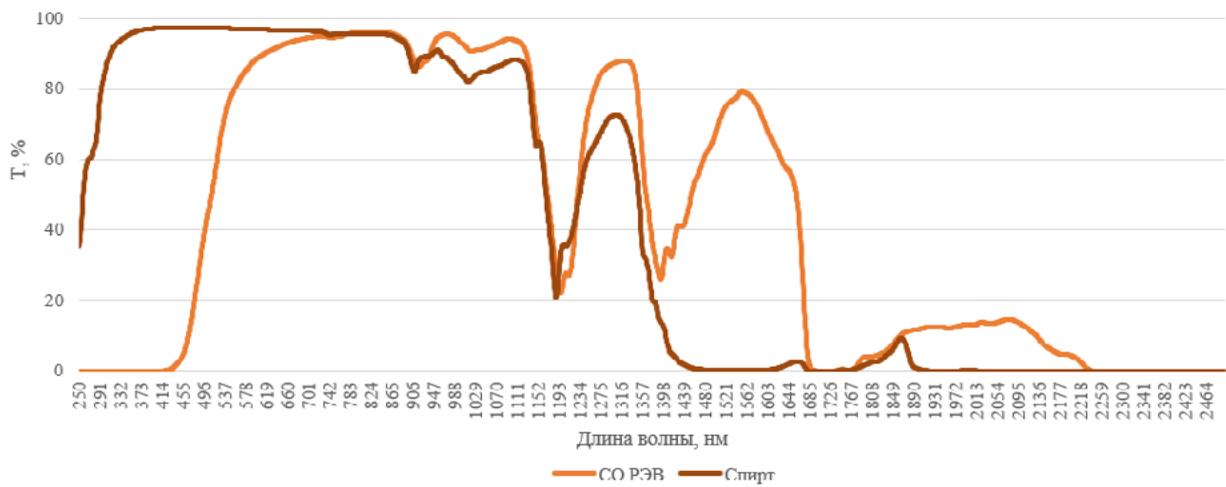


Рис. 4. Сравнение спектров пропускания СО вязкости и спирта
 Fig. 4. Comparison of transmission spectra of viscosity and alcohol RMs

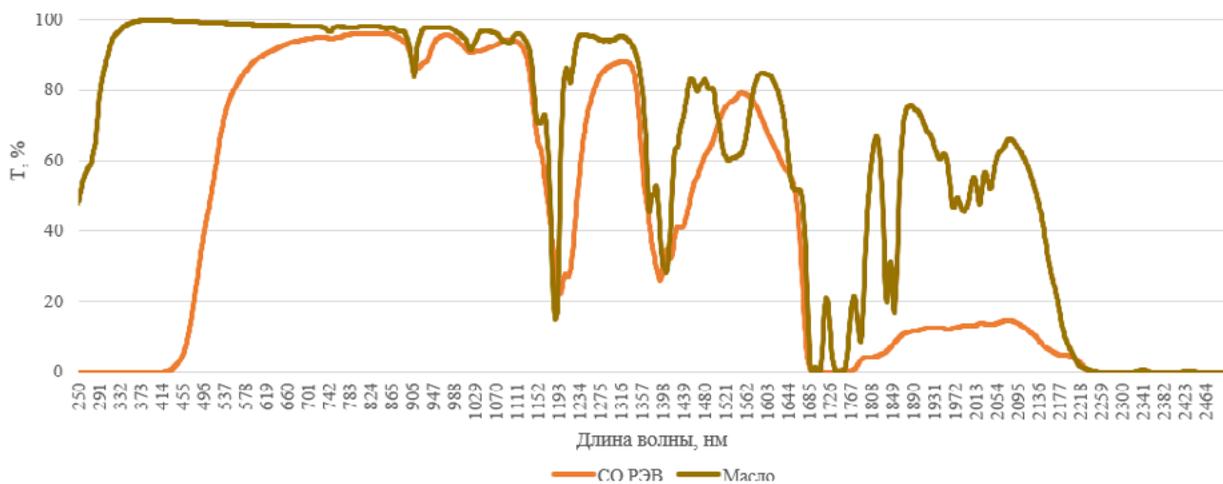


Рис. 5. Сравнение спектров пропускания СО вязкости и масла
 Fig. 5. Comparison of transmission spectra of viscosity and oil RMs

фильтр может быть изготовлен из цветного стекла УФС2 по ГОСТ 9411–91¹⁰.

Заключение

Безусловно, человеческий фактор влияет на качество измерений и достоверность результатов, получаемых капиллярным методом. Учитывая острую конкуренцию в мире современного приборостроения за право развивать передовые технологии, автоматизация является не только закономерным, но и неизбежным этапом для достижения наивысшей точности и объективности результатов. Значимость представленной в статье работы заключается в возможности практического применения автоматизированного мониторинга и слежения за уровнем жидкости, истекающей через прозрачный капилляр, с помощью интегрированных в общую измерительную систему фотометрических УФ-детекторов. Такой подход требует детальной проработки обязательных требований, которым должны соответствовать источник излучения и фотоприемное устройство. Кроме того, для дальнейшей работы необходимо провести исследование оптических свойств материала капиллярного вискозиметра для исключения влияния его поглощающих или рассеивающих свойств на общий спектр поглощения (пропускания), так как капиллярные вискозиметры производятся во многих странах.

В заключение стоит отметить, что применение автоматизированных маркеров для определения уровня жидкости в стеклянном капиллярном вискозиметре – актуальная задача на сегодняшний день. В этой связи изложенный в статье материал своевременный и актуальный.

Благодарности: Автор выражает благодарность ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева» за предоставление технической базы для проведения экспериментов.

¹⁰ ГОСТ 9411–91 Стекло оптическое цветное. Технические условия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Большая российская энциклопедия 2004–2017 // Министерство культуры Российской Федерации. URL: https://old.bigenc.ru/technology_and_technique/text/1799468 (дата обращения: 28.10.2023).
2. Дравица В., Курбацкий А. Промышленная революция Industry 4 // Наука и инновации. 2016. № 3(157). 13–17 с.
3. Götz M. The industry 4.0 induced agility and new skills in clusters // Foresight and STI Governance. 2019. Vol. 13, № 2. P. 72–83. <https://10.17323/2500–2597.2019.2.72.83>
4. Тихонов К. Новая промышленная революция // Бизнес-журнал. 2013. № 5(206). С. 16–19.
5. Исаков И. Роботизация бизнеса: что такое RPA и кому она нужна // РБК-Тренды. Обновлено 16.06.2022. URL: <https://trends.rbc.ru/trends/innovation/62a8fd169a7947f5847e4d4f> (дата обращения: 28.10.2023).

Acknowledgments: The author expresses gratitude to the D. I. Mendeleev Institute for Metrology for providing the technical base for conducting the experiments.

Вклад соавторов: Миргородская А. В. – постановка цели и задач исследования, выбор и подготовка материалов исследования, участие в проведении исследовательской работы, подготовка проекта статьи, проверка и редакция текста статьи; Дунаев А. Ю. – разработка методологии исследования, проведение исследовательских работ, подготовка и создание визуальных материалов, проверка и редакция текста статьи; Неклюдова А. А. – постановка цели и задач исследования, выбор и подготовка материалов исследования, проверка и редакция текста статьи.

Author Contribution: Mirgorodskaya A. V. – development of the research concept, provision of research materials, writing a draft version of the article, checking and editing the text of the article; Dunaev A. Yu. – development of research methodology, conducting research, preparation and creation of visual materials, checking and editing the text of the article; Neklyudova A. A. – statement of the purpose and objectives of the study, selection and preparation of research materials, verification and editing of the text of the article.

Конфликт интересов: Автор заявляет, что у них нет потенциального конфликта интересов в связи с исследованием, представленным в данной статье.

Conflict of interests: The authors declare no conflict of interest.

Финансирование: Работа выполнена в рамках диссертационного исследования «Информационно-измерительная система определения кинематической вязкости жидкости». Научный руководитель: Малихина Галина Федоровна, профессор, д-р техн. наук.

Funding: The work was carried out within the dissertation research «Information and measuring system for determining the kinematic viscosity of a liquid». Supervisor: Galina F. Malykhina, professor, Dr. Sci. (Eng.).

6. Совершенствование государственного первичного специального эталона единицы давления для разности давлений ГЭТ 95–75 / О. С. Витковский [и др.] // Эталоны. Стандартные образцы. 2020. Т. 16, № 2. С. 17–20. <https://doi.org/10.20915/2687-0886-2020-16-2-17-20>
7. Колокация абсолютного баллистического и относительного криогенного гравиметров во ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева» / Л. Ф. Витушкин [и др.] // Альманах современной метрологии. 2020. № 4(24). С. 255–259.
8. Корнеев Р. А. Совершенствование государственной поверочной схемы для средств измерений расхода и количества жидкости // Эталоны. Стандартные образцы. 2023. Т. 19, № 3. С. 7–20. <https://doi.org/10.20915/2077-1177-2023-19-3-7-20>
9. Колобова А. В., Конопелько Л. А., Попов О. Г. Государственный первичный эталон единиц молярной доли, массовой доли и массовой концентрации компонентов в газовых и газоконденсатных средах ГЭТ 154–2019 // Эталоны. Стандартные образцы. 2020. Т. 16, № 3. С. 23–35. <https://doi.org/10.20915/2687-0886-2020-16-3-23-35>
10. Демьянов А. А., Цурко А. А. Государственный первичный эталон единицы кинематической вязкости жидкости в диапазоне от $4 \cdot 10^{-7} \div 1 \cdot 10^{-1} \text{ м}^2/\text{с}$ (ГЭТ 17–96) : Российская метрологическая энциклопедия. Т. 1. СПб. : Гуманистика, 2015. 904 с.
11. История создания и модернизация государственных первичных эталонов единиц динамической, кинематической вязкости жидкости и плотности / К. В. Чекирда [и др.] // Измерительная техника. 2022. № 7. С. 24–29. <https://doi.org/10.32446/0368-1025it.2022-7-24-29>
12. Демьянов А. А., Неклюдова А. А. Государственный первичный эталон единицы кинематической вязкости жидкости ГЭТ 17–96 // Материалы 28 симпозиума по реологии, Москва, 28 сентября – 02 октября 2016 г. М. : Институт нефтехимического синтеза им. А. В. Топчиева РАН, 2016. С. 74–75.
13. Результаты сравнительных измерений кинематической вязкости образцов жидкостей / А. А. Неклюдова [и др.] // Вестник МГТУ им. Н. Э. Баумана. Серия Приборостроение. 2022. № 3(140). С. 103–114. <https://doi.org/10.18698/0236-3933-2022-3-103-114>
14. Миргородская А. В. История развития капиллярного метода измерений кинематической вязкости: от вискозиметра Ломоносова до информационно-измерительной системы // Измерительная техника. 2023. № 8. С. 53–59. <https://doi.org/10.32446/0368-1025it.2023-8-53-59>
15. Шуберт Ю. Ф. Измерительные преобразователи // Вестник Волжского университета им. В. Н. Татищева. 2009. № 14. С. 90–92.
16. Храмов А. В. Первичные измерительные преобразователи измерительных приборов и автоматических систем. Киев: Вища школа, 1988. 527 с. (На укр. яз.).
17. An automated system for performing continuous viscosity versus temperature measurements of fluids using an Ostwald viscometer / L. Y. Beaulieu [et al.] // Review of Scientific Instruments. 2017. Vol. 88, Is. 9. <https://doi.org/10.1063/1.4990134>
18. Will J. C., Hernández I., Trujillo S. Automated measurement of viscosity with ubbelohde viscometers, camera unit and image processing software : Simposio de Metrología, Santiago de Querétaro, México, 22–24 de Octubre 2008 // Semantic scholar. URL: <https://www.semanticscholar.org/paper/Automated-Measurement-of-Viscosity-with-Ubbelohde-%2C/93dc021d428ed5c0e473306fe46684ff8f7d6617> (accessed 28 October 2023).
19. Technological characteristics of assembly procedure for fiberoptic sensors of fluid media parameters / T. I. Murashkina [et al.] // Journal of physics: Conference series. 2020. Vol. 1515, № 5. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1515/5/052060>
20. Качура С. М., Постнов В. И. Перспективные оптоволоконные датчики и их применение (обзор) // Труды ВИАМ. 2019. № 5(77). С. 52–61. <https://doi.org/10.18577/2307-6046-2019-0-5-52-61>
21. Иванов П. А. Оптоэлектронные датчики // Лесной вестник. 2010. № 1. С. 137–139.
22. Латыпова А. Ф., Калинин Ю. Е. Анализ перспективных радиопоглощающих материалов // Вестник ВГТУ. 2012. № 6. С. 70–76.
23. Козлов М. В. Разработка оптоэлектронного датчика для медицинской диагностики // Биомедицинская инженерия и электроника. 2014. № 2(6). С. 91–94.
24. Пацаева С. В., Южаков В. И. Электронные спектры сложных молекул: Спецпрактикум кафедры общей физики. Физический факультет. Кафедра общей физики. М. : Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, 2010. 34 с.
25. Рябцев А. Н. Ультрафиолетовое излучение. Под ред. А. М. Прохорова. М. : Большая Российская энциклопедия, 1998. Т. 5. С. 760.

REFERENCES

1. The great russian encyclopedia. Available at: https://old.bigenc.ru/technology_and_technique/text/1799468 (Accessed 28 October 2023). (In Russ.).
2. Dravitsa V., Kurbatskiy A. N. The industrial revolution Industry 4. *Nauka i innovatsii*. 2016;3(157):13–17. (In Russ.).
3. Götz M. The industry 4.0 induced agility and new skills in clusters. *Foresight and STI governance*. 2019;13(2):72–83. <https://doi.org/10.17323/2500-2597.2019.2.72.83>
4. Tikhonov K. The new industrial revolution. *Biznes-zhurnal*. 2013;5(206):16–19. (In Russ.).
5. Isakov I. Robotization of business: what is RPA and who needs it. *RBC-Trends*. Updated 06.16.2022. (In Russ.). Available at: <https://trends.rbc.ru/trends/innovation/62a8fd169a7947f5847e4d4f> (Accessed 28 October 2023).
6. Vitkovskiy O. S., Teteruk R. A., Gorobey V. N., Pimenova A. A., Firsanov N. A. Improvement of the state primary special standard of the pressure unit for the pressure difference GET 95–75. *Measurement Standards. Reference Materials*. 2020;16(2):17–20. (In Russ.). <https://doi.org/10.20915/2687-0886-2020-16-2-17-20>
7. Vitushkin L. F., Krivtsov E. P., Nalivaev V. V., Orlov O. A. Collocation of absolute ballistic and relative cryogenic gravimeters in the D. I. Mendeleev all-russian institute for metrology (VNIIM). *Almanac of Modern Metrology*. 2020;4(24):255–259. (In Russ.).

8. Korneev R. A. Improvement of the state verification schedule for flow and quantity measuring instruments. *Measurement Standards. Reference Materials*. 2023;19(3):7–20. (In Russ.). <https://doi.org/10.20915/2077-1177-2023-19-3-7-20>
9. Kolobova A. V., Konopelko L. A., Popov O. G. State primary standard of units of molar part, mass part and mass concentration of components in gas and gas condensate environs GET 154-2019. *Measurement standards. Reference materials*. 2019;16(3):23–35. (In Russ.). <https://doi.org/10.20915/2687-0886-2020-16-3-23-35>
10. Demyanov A. A., Tsurko A. A. The state primary standard of a unit of liquid kinematic viscosity at a range from $4 \cdot 10^{-7} \div 1 \cdot 10^{-1} \text{ m}^2/\text{s}$ (GET 17–96). In: Russian metrological encyclopedia. Vol. 1. St. Petersburg: Gumanistika Publ.; 2015. 904 p. (In Russ.).
11. Chekirda K. V., Demyanov A. A., Neklyudova A. A., Domostroevo A. V., Sulaberidze V. Sh. The history of creation and modernization of the state primary standards of units of dynamic, kinematic viscosity of liquid and density. *Measurement Techniques*. 2022;7:24–29. (In Russ.). <https://doi.org/10.32446/0368-1025it.2022-7-24-29>
12. Demyanov A. A., Neklyudova A. A. National primary standard of the unit kinematic viscosity of the liquid. In: *Materials 28th Symposium on Rheology*. Moscow: 2016. P. 74–75. (In Russ.).
13. Neklyudova A. A., Demyanov A. A., Sulaberidze V. Sh., Chekirda K. V. Results of comparative kinematic viscosity measurements for fluid samples. *Herald of the Bauman Moscow State Technical University. Series Instrument Engineering*. 2022;3(140):103–114. (In Russ.). <https://doi.org/10.18698/0236-3933-2022-3-103-114>
14. Mirgorodskaya A. V. The history of the development of the capillary method of measuring kinematic viscosity: from the Lomonosov viscometer to the information measuring system. *Measurement Techniques*. 2023;8:53–59. (In Russ.). <https://doi.org/10.32446/0368-1025it.2023-8-53-59>
15. Shubert Yu. F. Measuring transducers. *Vestnik V. N. Tatishchev Volga State University (Institute)*. 2009;14:90–92. (In Russ.). <https://elibrary.ru/owlzqv?ysclid=ly5gfo7gyx904849599>
16. Khranov A. V. Primary measuring transducers of measuring instruments and automatic systems. Kiev: Vischa shkola; 1988. 527 p. (In Ukr.).
17. Beaulieu L. Y., Logan E. R., Gering K. L., Dahn J. R. An automated system for performing continuous viscosity versus temperature measurements of fluids using an Ostwald viscometer. *Review of Scientific Instruments*. 2017;88(9). <https://doi.org/10.1063/1.4990134>
18. Will J. C., Hernández I., Trujillo S. Automated measurement of viscosity with ubbelohde viscometers, camera unit and image processing software. Simposio de metrología, Santiago de Querétaro, México, 22–24 de Octubre 2008. Available at: *Semantic scholar*. URL: <https://www.semanticscholar.org/paper/Automated-Measurement-of-Viscosity-with-Ubbelohde-%2C/93dc021d428ed5c0e473306fe46684ff8f7d6617> (Accessed 28 October 2023).
19. Murashkina T. I., Badeeva E. A., Khasanshina N. A., Shachneva E. A., Polyakova E. A. Technological characteristics of assembly procedure for fiberoptic sensors of fluid media parameters. *Journal of physics: Conference series*. 2020;1515(5). <https://10.1088/1742-6596/1515/5/052060>
20. Kachura S. M., Postnov V. I. Promising fiber-optic sensors and their application (overview). *Trudy All-Russian Scientific Research Institute of Aviation Materials*. 2019;5 (77):52–61. (In Russ.). <https://10.18577/2307-6046-2019-0-5-52-61>
21. Ivanov P. A. Optoelectronic sensors. *Lesnoy vestnik*. 2010;1:137–139.
22. Latypova A. F., Kalinin Yu. E. Analysis of promising radio-absorbing materials. *Vestnik Voronezh State Technical University*. 2012;6:70–76.
23. Kozlov M. V. Development of an optoelectronic sensor for medical diagnostics. *Biomeditsinskaya Inzheneriya i Elektronika*. 2014;2(6):91–94.
24. Patsaeva S. V., Yuzhakov V. I. Electronic spectra of complex molecules. Special practice of the Department of General Physics. Faculty of Physics. Department of General Physics. Moscow: 2010. 34 p.
25. Ryabtsev A. N. Ultraviolet radiation. Study guide A. M. Prokhorov. Moscow: The Great Russian Encyclopedia; 1998. 760 p.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

ГОСТ Р 58144–2018 Вода дистиллированная. Технические условия = Distilled water. Specifications. М. : ФГБУ «РСТ», 2022. С. 10.

ГОСТ 5962–2013 Спирт этиловый ректификованный из пищевого сырья. Технические условия = Rectified ethyl alcohol from edible raw material. Specifications. М. : Стандартинформ, 2014. С. 5.

ГОСТ 9411–91 Стекло оптическое цветное. Технические условия = Coloured optical glass. Specifications. М. : Издательство стандартов, 1992. 47 с.

ГОСТ Р 59853–2021 Информационные технологии. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Термины и определения = Information technology. Set of standards for automated systems. Automated systems. Terms and definitions. М. : Российский институт стандартизации, 2021. 16 с.

ГЭТ 17–2018 Государственный первичный эталон единиц динамической и кинематической вязкости жидкости / Институт-хранитель ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева» // Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений : официальный сайт. URL: <https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry/12/items/947620> (дата обращения: 28.10.2023).

НИЛ 2302. Стандартные образцы : официальный сайт. <https://www.vniim.ru/nil-2302-standard.html> (дата обращения: 29.11.2023).

ФИФ ОЕИ – Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений : официальный сайт.
URL: <https://fgis.gost.ru/#/>

Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений вязкости жидкостей : Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 5 ноября 2019 г. № 2622 // Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии : официальный сайт.

URL: <https://www.rst.gov.ru/portal/gost/home/activity/documents/orders?portal:componentId=e493102f-5217-43e9-8821> (дата обращения: 29.11.2023).

Об утверждении требований к содержанию и построению государственных поверочных схем и локальных поверочных схем, в том числе к их разработке, утверждению и изменению, требований к оформлению материалов первичной аттестации и периодической аттестации эталонов единиц величин, используемых в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, формы свидетельства об аттестации эталона единицы величины, требований к оформлению правил содержания и применения эталона единицы величины, формы извещения о непригодности эталона единицы величины к его применению : Приказ Минпромторга России от 11.02.2020 г. № 456 // Информационно-правовой портал «Гарант.ру» [сайт].
URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/74448299/?ysclid=ly49fysi6t260904926> (дата обращения: 28.10.2023).

Программа «Цифровая экономика Российской Федерации» : Распоряжение Правительства Российской Федерации от 28.07.2017 г. № 1632-р // Информационно-правовой портал «Гарант.ру» [сайт].

URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71634878/?ysclid=ly5nqtlmd4486702140> (дата обращения: 28.10.2023).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Миргородская Анастасия Викторовна – аспирант, младший научный сотрудник, ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева», Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

190005, Россия, Санкт-Петербург, Московский пр-т, д. 19, литера Д

e-mail: a.v.mirgorodskaya@vniim.ru

<https://orcid.org/0000-0003-1468-934X>

Дунаев Александр Юрьевич – канд. техн. наук, заместитель начальника лаборатории, ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт оптико-физических измерений» (ВНИИОФИ)

119361, Россия, г. Москва, ул. Озерная, д. 46

e-mail: dunaev@vniiofi.ru

<https://orcid.org/0000-0002-6319-1014>

Неклюдова Анастасия Александровна – канд. техн. наук, заместитель руководителя научно-исследовательской лаборатории госэталонов в области измерений плотности и вязкости жидкости, доцент кафедры «Теоретическая и прикладная метрология» ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»

190005, Россия, Санкт-Петербург, пр-т Московский, д. 19, литера Д

e-mail: A.A.Tsurko@vniim.ru

<https://orcid.org/0009-0005-0472-6962>

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Anastasia V. Mirgorodskaya – postgraduate student, Junior Researcher, D. I. Mendeleev Institute for Metrology, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University

19 Moskovsky ave., St. Petersburg, 190005, Russia

e-mail: a.v.mirgorodskaya@vniim.ru

<https://orcid.org/0000-0003-1468-934X>

Aleksandr Yu. Dunaev – Cand. Sci. (Eng.), Deputy Head of the Laboratory, All-Russian Research Institute for Optical and Physical Measurements (VNIIOFI)

46 Ozernaya st., Moscow, 119361, Russia

e-mail: dunaev@vniiofi.ru

<https://orcid.org/0000-0002-6319-1014>

Neklyudova Anastasiya A. – Cand. Sci. (Eng.), Deputy Head of the Density and Viscosity Laboratory, Associate Professor of the Department of Theoretical and Applied Metrology, D. I. Mendeleev Institute for Metrology

19 Moskovsky ave., St. Petersburg, 190005, Russia

e-mail: A.A.Tsurko@vniim.ru

<https://orcid.org/0009-0005-0472-6962>

MODERN METHODS OF ANALYSIS OF SUBSTANCES AND MATERIALS

Research Article

УДК 543.27(573+579)

<https://doi.org/10.20915/2077-1177-2024-20-3-65-80>



Non-Isothermal Thermogravimetric Analysis of Carbonation Reaction for Enhanced CO₂ Capture

Md Tariqur R. Shaon¹  , Mahamudul H. Antor¹ , Md Mahabubur R. Sharon² 

¹Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

 potterh274@gmail.com

²Khulna University of Engineering and technology, Khulna, Bangladesh

Abstract: An in-depth investigation into *CaO*-based carbonation reaction kinetics for *CO*₂ sorption is being conducted using simultaneous thermal analysis (*STA*), with the application of advanced thermogravimetric and differential scanning calorimetry techniques. Utilizing advanced thermal analysis system for real-time monitoring of simultaneous measurements of mass changes and thermal effects are conducted, ensuring precision and versatility in data acquisition. The study explores the intricacies of the non-isothermal carbonation process across a wide range of temperatures, shedding light on the temperature-dependent trends in reaction rates. Innovative statistical methods, combining regression techniques and Arrhenius equation, are employed to determine energy and reaction kinetics. The sensitivity of carbonation process to varying pressure conditions is meticulously examined in the study, providing pivotal discernment for optimization of reaction parameters across diverse applications. The integration of *STA* with statistical modeling alongside systematic analysis of temperature-dependent trends and pressure-order relationships not only enhances the understanding of *CO*₂ capture efficiency but also improves the robustness and accuracy of the findings. Furthermore, meticulous cross-validation with existing studies provides a critical evaluation of the experimental approach's precision and limitations. This study enhances understanding of *CaO* carbonation kinetics, providing practical implications for carbon capture processes and contributing to sustainable industrial processes.

Keywords: carbonation kinetics, thermogravimetric analysis, non-isothermal condition, sorbent performance, carbon capture and storage

For citation: Shaon Md T. R., Antor M. H., Sharon Md M. R. Non-isothermal thermogravimetric analysis of carbonation reaction for enhanced CO₂ capture. *Measurement Standards. Reference Materials.* 2024;20(3):65–80. <https://doi.org/10.20915/2077-1177-2024-20-3-65-80>

The article was submitted 22.02.2024; approved after reviewing 04.06.2024; accepted for publication 25.09.2024.

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА ВЕЩЕСТВ И МАТЕРИАЛОВ

Научная статья

Неизотермический термогравиметрический анализ реакции карбонизации для усиленного улавливания CO_2

Мд Т. Р. Шаон¹  , М. Х. Антор¹ , Мд М. Р. Шарон² 

¹Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия
 potterh274@gmail.com

²Инженерно-технологический университет Кхулны, Кхулна, Бангладеш

Аннотация: Углубленное исследование кинетики реакции карбонизации на основе CaO для сорбции CO_2 проводится с помощью одновременного термического анализа с применением передовых методов термогравиметрии и дифференциальной сканирующей калориметрии. Использование передовой системы термического анализа для мониторинга в реальном времени одновременных измерений изменения массы и тепловых эффектов обеспечивает точность и универсальность сбора данных. В исследовании изучаются тонкости неизотермического процесса карбонизации в широком диапазоне температур, проливая свет на зависящие от температуры тенденции в скорости реакции. Для определения энергии и кинетики реакции используются инновационные статистические методы, сочетающие регрессионные методы и уравнение Аррениуса. В исследовании тщательно изучается чувствительность процесса карбонизации к различным условиям давления, что позволяет оптимизировать параметры реакции в различных областях применения. Интеграция одновременного термического анализа со статистическим моделированием, а также систематический анализ зависимых от температуры тенденций и соотношений между давлением и порядком не только углубляет понимание эффективности улавливания CO_2 , но и повышает надежность и точность полученных результатов. Кроме того, тщательная перекрестная валидация с существующими исследованиями дает критическую оценку точности и ограничений экспериментального подхода. Данное исследование углубляет понимание кинетики карбонизации CaO , обеспечивая практическое значение для процессов улавливания углерода и способствуя развитию устойчивых промышленных процессов.

Ключевые слова: кинетика карбонизации, термогравиметрический анализ, неизотермические условия, эффективность сорбента, улавливание и хранение углерода

Статья поступила в редакцию 22.02.2024; одобрена после рецензирования 04.06.2024; принята к публикации 25.09.2024.

Introduction

The escalating levels of carbon dioxide (CO_2) emissions resulting from combustion of fossil fuels such as coal have spurred a global initiative to explore innovative strategies for carbon capture and storage, with the aim of reducing carbon footprint associated with energy production and industrial processes [1]. With over 40% of the world's CO_2 emissions originating from burning of coal, oil, and natural gas in power plants to generate energy [2], [3] the imperative to mitigate climate change has prompted into carbon capture and storage (CCS) technologies [4]. Current CCS methods, while effective [5], often suffer from

resourceintensive and site-specific limitations [6], hindering their widespread adoption. Recognizing the need for more efficient and versatile solutions, studies have shifted their focus towards the development of novel sorbents [7] and advanced technologies that can enhance the overall efficacy of CO_2 sorption [8]. Among various approaches being investigated, reversible calcium-based sorbents carbonation process has emerged as a promising avenue [9]. This process involves the use of calcium oxide (CaO) as a CO_2 absorber, making it a sustainable and economically viable option for carbon capture [10], [11]. The promising opportunities in this area, particularly under different conditions, makes

the development of optimized carbon capture systems and sustainable CO_2 mitigation technologies. The variability in experimental conditions and lack of standardized methodologies further complicate the comparison of results across diverse applications of CaO [12]. A comprehensive thermogravimetric study is needed to analyze the kinetics of CaO for enhanced CO_2 capture, examining the relationships between temperature, reaction rates, and efficiency. This will not only contribute to the understanding of CaO carbonation but also provide practical insights for system design and improvement.

In this study, we investigate carbonation kinetics of calcium oxide (CaO) under thermogravimetric experimental conditions using simultaneous thermal analysis (STA) and mass spectrometry (MS). The objectives include analyzing the experimental conditions and setup, conducting non-isothermal experiments by employing specific configurations, investigating reaction kinetics and thermodynamics, analyzing, and interpreting experimental results, and comparing and validating calculated activation energy with existing studies. The study aims to advance our understanding of calcium oxide's carbonation kinetics, contributing to the optimization of carbon capture and mineralization processes. By delving into intricacies of the reaction under varying conditions, our work provides valuable revelation for the design and improvement of systems utilizing CaO in carbon capture strategies. The study enhances the efficiency and applicability of CaO -based carbonation in addressing carbon emissions. The primary focus of this investigation is on carbonation kinetics of CaO , encompassing the examination of thermodynamic and kinetic aspects under diverse experimental conditions. The study aims to shed light on temperature-dependent behavior of carbonation process, providing a detailed analysis of the reaction kinetics and associated factors. Special attention is given to the configuration of the experimental setup, choice of materials, and utilization of advanced analytical techniques for a comprehensive understanding of carbonation kinetics of CaO .

In essence, this study investigation delves into intricacies of CaO -based carbonation process, aiming to contribute valuable understanding into the kinetics of CO_2 capture. Outcomes of the study not only advance our understanding of sustainable carbon capture technologies but also hold promise of facilitating development of more efficient and widely applicable solutions for mitigating the impact of anthropogenic CO_2 emissions on global climate. Furthermore, the chosen non-isothermal approach, involving distinct temperature programs, adds a layer of complexity to the study, allowing to simulate real-world conditions where

temperature fluctuations are common. The non-isothermal kinetic analysis includes validation and comparison with existing studies, ensuring consistency with established studies. The study contributes to the broader field of carbon capture and mineralization research by deepening our understanding of how CaO behaves under non-isothermal conditions, fostering advancements in sustainable technologies aimed at reducing carbon emissions. Findings have implications for industrial applications, environmental sustainability, and global efforts to mitigate the impact of carbon emissions on the climate.

Our study significantly advances understanding of CaO carbonation kinetics through a multifaceted approach, leveraging simultaneous thermal analysis and statistical modeling. The study is structured into six distinctive sections. Initially, literature review of existing studies in section two through reveals the research gap within this domain, establishing the theoretical framework and highlighting the novelty and contribution of the proposed study. The experimental setup and theoretical foundation for kinetic calculations form the basis for subsequent analyses in section three. In the core of the study, thermogravimetric analysis and results unveil intricate kinetics in section four. A critical comparison with existing studies and key findings takes place in discussion section five, and the study concludes in section 6 by succinctly outlining the broader implications and future direction for sustainable industrial practices.

Literature Review

In the context of mitigating escalating CO_2 emissions and the associated global warming, adoption of low-carbon technologies, such as Carbon Capture and Storage (CCS), is underscored as crucial for achieving reduction in global CO_2 emissions. Notably, investigation of sorbent-based carbonation reactions holds significant relevance in this domain [13], [14]. Efforts in current existing research are centered on optimizing CaO -based carbonation reaction to elevate the effectiveness of CO_2 capture [15], [16] thus representing a prominent issue in present-day discussions and analysis.

In addressing rising carbon dioxide emissions and global warming, authors [17] highlight low-carbon technology, including CCS . CCS , especially with $Ca(Ac)_2$, is essential to lowering global CO_2 emissions by 50% by 2050. $Ca(Ac)_2$ to CaO is studied using TGA , XRD , and TEM . Testing shows that heating rate considerably impacts CaO formation temperature and sintering. Slower breakdown yields bigger, porous CaO particles that may trap CO_2 . The review suggests modifying calcination temperature,

heating rate, and particle spacers to limit CaO sintering and increase CO_2 uptake in future experiments. The calcium additions CaO and CaCO_3 impact maize cob pyrolysis to obtaining kinetic parameters is studied [18]. CaO enhances activation energy while CaCO_3 lowers it. Kinetic Coats-Redfern integral investigation exposes thermal degradation. Challenges to linear regression models emphasize the need for optimization. Results indicate that maize cob can be a sustainable energy source and highlight the function of pyrolysis catalysts. A new solid sorbent technology for atmospheric CO_2 removal is studied [19]. This initiative develops low temperature CO_2 sorbents based on potassium, specifically $3\text{K}/\text{CaO}$. Thermogravimetric, FTIR, and X-ray diffraction study the sorbent's properties and processes. The study prioritizes sorbent stability and avoids potassium carbonate loading, which damages pores. The high surface area and potassium carbonate concentration of $3\text{K}/\text{CaO}$ make CO_2 extraction possible and fast. The Greenhouse Calcium Looping (*GCL*) process may solve greenhouse heating issues [20]. Photosynthesis and nighttime heat require CO_2 in greenhouses. The *GCL* method produces CO_2 and heat using limestone sorbent cyclic carbonation/calcination, according to the study. Aspen Plus simulations and thermogravimetric research generate *GCL* carbonation/calcination reaction kinetic parameters. After identifying suitable kinetic models, the study illuminates reaction mechanisms and *GCL* process operational needs. We also found temperature-dependent carbonation and calcination kinetics. Compared to burner systems, *GCL* emits little CO_2 . CaO -based biomass materials for CO_2 sorption and separation are covered in [21]. The study highlights such material's CO_2 capture capabilities, cost-effectiveness, and benefits. An exothermic carbonation reaction is used to regenerate the endothermic CaO -based sorbent during calcination-carbonation. For example, calcination residence time, biomass with SiO_2 and Al_2O_3 , and alkaline ions affect sorbent performance. Biomass like cockle shell, empty fruit bunches, rice husk, and coal bottom ash being studied for sorbent synthesis. The study found that biomass components improve sorbent cyclic stability and CO_2 capture. In chemical looping reforming, a CO_2 reduction method, naturally generated dolomite is examined [22]. Dolomite, mostly CaO and MgO , undergoes calcination and carbonation cycles. Study examines how sample weight, set-up scale, and steam affect CO_2 capture performance. Incomplete dolomite calcination due to non-uniform temperature gradients and sintering is seen at macroscale. Over cycles, steam stabilizes sorbent, reducing sintering. Experimental results suggest that sorbent regeneration without steam may improve in situ CO_2 collection for chemical looping

reforming. This study underlines the need of maximizing dolomite's use in chemical looping systems for stability, efficiency, and repeated cycles.

Existing studies predominantly concentrate on specific facets, such as the breakdown of calcium acetate (CaAc) to calcium oxide (CaO), the influence of temperature and heating rate on CaO formation, and utilization of CaO in diverse contexts, including maize cob pyrolysis and CO_2 sorbent technology. Nevertheless, there exists an opportunity for integration of empirical observations and theoretical models across these discrete investigations. The augmentation of a comprehensive comprehension regarding the intrinsic kinetics, activation energy, and reaction rates within these varied applications is imperative. A methodical approach is requisite to amalgamate variables across distinct experimental configurations, given that the divergence in experimental conditions and absence of a standardized methodology pose challenges in comparison and generalization of findings across studies. Additionally, an investigation into potential synergies arising from distinct applications of CaO in mitigating carbon emissions emerges as a fertile area for study. Addressing these aspects would significantly contribute to a more holistic understanding of carbonation kinetics of CaO to CO_2 sorption and its manifold applications.

In this study, we investigate the kinetics of CO_2 capture through CaO -based carbonation processes using *STA* and *MS*. This innovative approach allows real-time monitoring of evolution and simultaneous measurement of thermal effects and mass changes during carbonation reaction, providing a comprehensive understanding of reaction kinetics and evolution dynamics. The experimental setup is characterized using cutting-edge instrumentation such as thermogravimetric analysis device and *QMS 403C AËOLO*S mass spectrometer. This study delves into the intricate kinetics of carbonation reaction, unraveling activation energy, reaction rate constants, and half-lives across diverse temperature ranges. The utilization of Arrhenius plots has unveiled the intriguing temperature dependence of reaction rates, shedding light on the energy barriers within the carbonation process. Furthermore, the study has ventured into exploring the pressure-order relationship, elucidating the profound impact of pressure variations on enhancing CO_2 capture efficiency. The study demonstrates temperature-dependent CO_2 capture capacity, identifying temperature thresholds and efficiency variations at different temperature ranges. This provides critical insights into optimal temperature conditions for enhancing CO_2 capture efficiency and informs the design and optimization of CO_2 capture technologies. Comparisons with existing

studies validate the accuracy and reliability of the findings, enhancing the credibility of the study and highlighting the proposed methodology's significance in advancing CO_2 capture and utilization. The contribution of the study are as follows:

a) The study utilizes advanced instrumentations such as thermogravimetric analysis (*NETZSCH STA 449 F3 Jupiter*) device and mass spectrometer (*QMS 403C AËOLOUS*) for precise and real-time data acquisition, enhancing experimental results reliability and accuracy.

b) Analysis of carbonation process across various temperatures reveals temperature- dependent trends in reaction rates, crucial for optimizing reaction conditions in industrial applications for process efficiency.

c) The study investigates the pressure-order relationship in carbonation, revealing how pressure changes affect CO_2 capture efficiency that offers valuable insights for designing and optimizing CO_2 capture systems in industrial settings.

d) The study explores temperature-dependent CO_2 capture capacity, identifying thresholds and efficiency variations across different temperature ranges which improves understanding of optimal CO_2 capture conditions and informs CO_2 capture technology design, advancing sustainable emission reduction strategies.

e) The dual-method approach, combining linear regression and least-squares methods, enhances the robustness of statistical models in analyzing activation energy and reaction rates.

Methodology

This section details the experimental setup and kinetics modeling used to study the carbonation process of calcium oxide and carbon dioxide for CO_2 capture applications. The setup includes simultaneous thermal analysis and mass spectrometry, integrating components like the *STA 449 F3* thermogravimetric analysis device and *QMS 403C AËOLOUS* mass spectrometer.

Configuration of experimental setup

Thermal analysis is a comprehensive analytical approach that involves the concurrent application of thermogravimetric (*TGA*) and differential scanning calorimetry (*DSC*) techniques to a singular sample within a unified instrument [23]. Figure 1 represents the workflow diagram of the study. *TGA – DSC* allow simultaneous measurement of heat flow and mass changes, providing a more comprehensive understanding of reaction kinetics [24]. Mass Spectrometry (*MS*) has been used in the experiment to analyze the gas composition and evolution as the carbonation reaction progressed. *MS*

in *STA* enables real-time monitoring of gas evolution, identifying reaction intermediates, and quantifying gas concentrations [25].

STA is a method that allows non-isothermal experiments, providing insights into temperature-dependent behavior [26]. It uses data from *TGA* and *DSC*, along with *MS* analysis, to calculate critical kinetic parameters, such as activation energy, for predicting reaction rates under different conditions [27]. *STA* and *MS* help optimize systems for CO_2 capture, improving reaction efficiency and overall design. *TGA* monitors changes in a sample's mass over time as temperature varies, providing insights into physical phenomena like phase transitions, absorption, desorption, and chemical processes like thermal decomposition and solid-gas reactions [28], [29]. The integration of synchronous thermal analysis with *MS* involves components such as *NETZSCH STA 449 F3* thermogravimetric analysis device, *QMS403C AËOLOUS* mass spectrometer, high-precision pulsed gas supply, steam generator unit, and auxiliary apparatus. *Netzsch STA F3 Jupiter* enables simultaneous measurements of mass change and thermal effects using the same sample, accommodating a wide range of thermogravimetric applications [30]. The introduction of argon into the furnace safeguards the balance block from gases, with controlled gas flow for thorough mixing and heating, followed by gas analysis in a mass spectrometer [31]. In our study, Table 1 delineates the experimental conditions utilized for our comprehensive analysis, while Figure 2 presents the block diagram depicting the intricacies of mass spectrometry.

Kinetics Modeling for CaO- based Carbonation

CaO served as absorber in the experimental setup, with test average sample mass of 30.664 mg. The experiment has been conducted three times to ensure the acquisition of precise and dependable data. *CaO* particles range in size from a few micrometers to tens of micrometers, with a uniform distribution in *TGA*. Their low to moderate porosity affects their reactivity and surface area, influencing the reaction with CO_2 to form $CaCO_3$. *CaO* particles have a relatively low surface area, which plays a significant role in their reactivity with CO_2 . They exhibit high thermal stability at elevated temperatures, with minimal weight loss until reacting with CO_2 to form $CaCO_3$. When converting *CaO* to $CaCO_3$, the size and porosity of the particles change. The size decreases due to the solid-state transformation, while the porosity may decrease due to the filling of pores. *TGA* analysis typically shows changes in the weight loss curve, providing insights into the reaction's kinetics and extent. *STA 449 F3 Jupiter* instrument accommodates various crucible

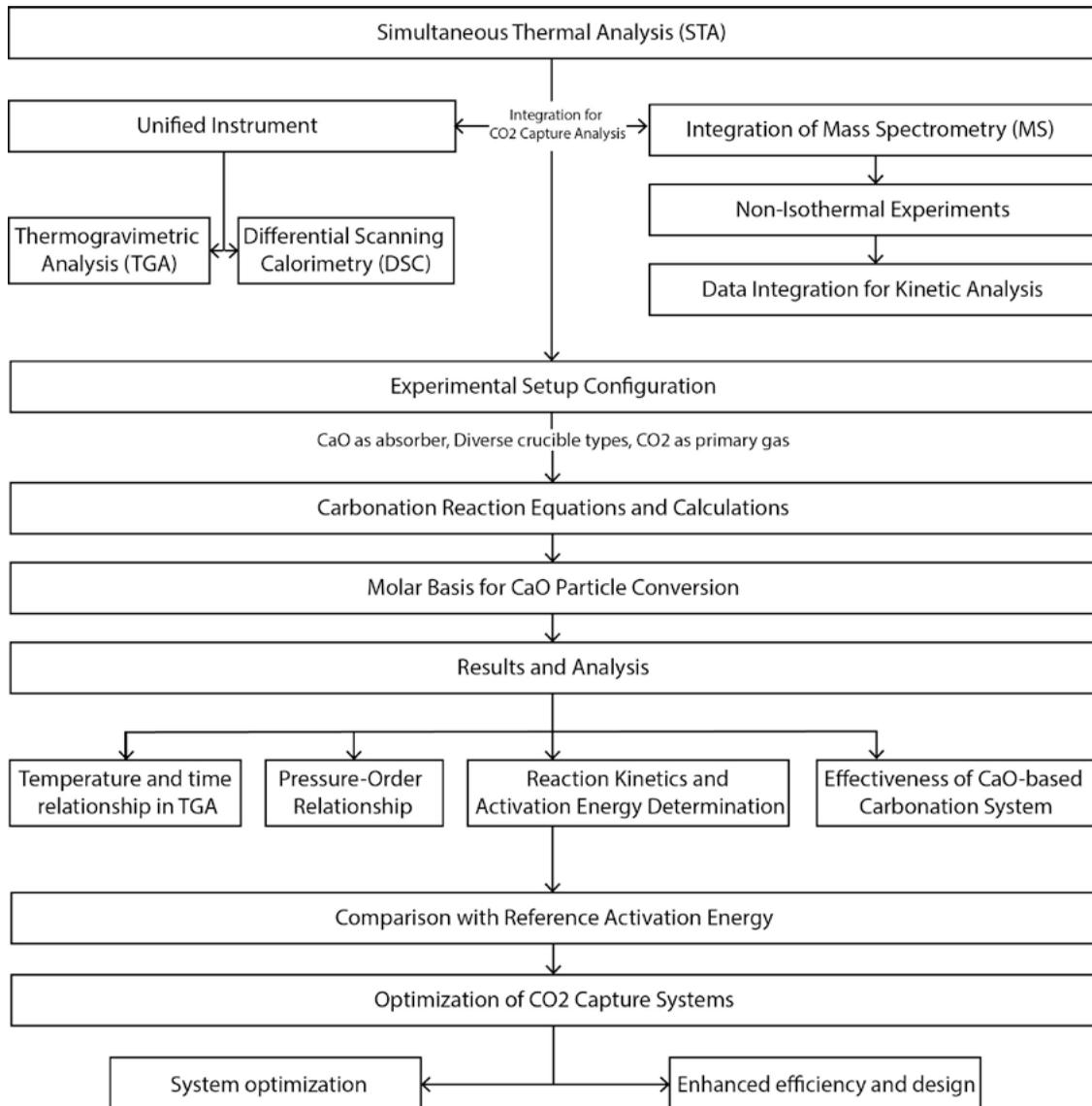


Fig. 1. A schematic framework for the analysis of CO_2 capture by CaO -based carbonation processes

types for diverse applications, and for this experiment, a DSC/TG pan made of Al_2O_3 was employed as the crucible. The experimental duration extended over 48 minutes. The primary gas employed was CO_2 , while argon was utilized to safeguard the weighing unit. The experiment was conducted in a non-isothermal mode, wherein the sample underwent heating from room temperature to 1240 K at a rate of $20^\circ K/min$. This heating rate has been chosen to accurately represent the reaction's kinetic and thermodynamic characteristics within experimental conditions. The carbon absorption reaction under investigation during the experiment is represented by Eq. (1) which involves the absorption of CO_2 by CaO , resulting in the formation of calcium carbonate ($CaCO_3$). This chemical transformation

is central to various industrial applications, such as carbon capture and utilization [32].



To ascertain theoretical mass of $CaCO_3$, a series of calculations is being conducted. Subsequently, molar mass of CaO is determined to be 56 g/mol . and molar mass of $CaCO_3$ is established at 100.09 g/mol . The theoretical mass of $CaCO_3$ is then calculated 54.73 mg , revealing a theoretical mass that corresponds to 178.480% of the actual mass. In the context of carbonation reactions, CaO plays a pivotal role as a reactant. To determine reaction kinetics, general equation for a gas-solid reaction is expressed as Eq. (2). which provides a framework for analyzing kinetics

Table 1 Experimental Conditions for Thermo Analysis

SL	Parameters	Specification	Units	Description / Remarks
1	Absorber	<i>CaO</i>	–	Sample to analyze reactivity, performance in carbonation
2	Mass	30.664 (average)	<i>mg</i>	Mass of test sample
3	Crucible Type	<i>Al₂O₃</i>	–	Alumina as <i>DSC – TGA</i> pan
4	Crucible Holder	<i>STA 449 F3 Jupiter</i>	–	Sample holder used in STA apparatus
5	Main Gas	<i>CO₂</i>	–	To simulate carbonation conditions, degradation and assesses <i>CaO</i> -based materials
	Flow Rate	133.33	<i>mL/min</i>	–
6	Protective Gas	<i>Ar</i>	–	<i>Ar</i> as inert gas to prevent unwanted reactions, particularly when studying heat degradation and carbonization
	Flow Rate	40	<i>mL/min</i>	–
7	Experimental Mode	Nonisothermal	–	To study carbonation kinetics, <i>CaO</i> -based performance under dynamic temperatures
8	Temperature	298 to 1240	<i>K</i>	Heating profile
	Heating Rate	20	<i>°K/min</i>	–

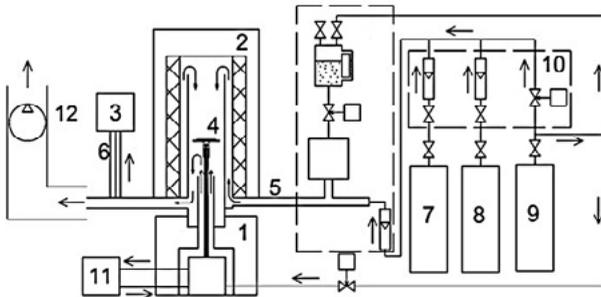


Fig. 2. Synchronous thermal analysis complex featuring mass spectrometry: 1 – weighing unit, 2 – furnace, 3 – mass spectrometer, 4 – sample holder, 5 – heated gas supply line, 6 – heated gas sampling line at the outlet of the furnace, 7, 8 – *CO₂* gas cylinders, 9 – argon cylinder, 10 – PulseTA prefix, 11 – thermostat, 12 – exhaust system

of gas-solid reactions and offers insight into factors such as gas pressure ($P_{CO_2,eq}$), temperature, and reaction mechanism influencing reaction rates.

$$\frac{dx}{dt} = k \times f(x) \times (P_{CO_2} - P_{CO_2,eq})^n \quad (2)$$

Here, dt represents time, n denotes reaction order, $f(x)$ signifies a function for reaction mechanism, and k is reaction rate constant. *CaO*-based carbonation reaction's mechanism can be depicted by diffusion function $f(x) = x^2$. This representation, which yields the optimal linear fit, indicates that

CaO-based carbonation reaction follows a first-order kinetics. The equilibrium pressure ($P_{CO_2,eq}$) of 0 is established through the introduction of *CO₂* from external source, distinct from the sample itself. Additionally, determining partial pressure of *CO₂* (P_{CO_2}) involves multiplying atmospheric pressure (P_{atm}) by *CO₂* volume fraction (r_{CO_2}), specifically set at 1 (100%). The quantification of *CaO* particle conversion through carbonation is imperative for understanding reaction kinetics and optimizing process parameters. The molar basis, as expressed by Eq. (3), facilitates a comprehensive assessment of this conversion process. Investigating the conversion of *CaO* particles provide crucial insights into the efficiency and dynamics of carbonation reaction, offering valuable information for the design and improvement of systems employing *CaO* as a key component in carbon capture and mineralization strategies. It is worth mentioning that while it seems counterintuitive to conduct decarbonation reactions in a *CO₂* environment due to potential thermal degradation of calcium carbonate, we chose this approach to maintain consistent experimental conditions and simulate real-world scenarios where *CO₂* is present.

$$x = \frac{m_{CaO}(t) - m_{CaO}(0)}{m_{CaO}(0)} \quad (3)$$

In order to determine activation energy (E_a), reaction rate constant (k), and half-life ($t_{1/2}$) for the degree of conversion ($0 < x < 1$) in a first-order reaction ($n = 1$), a crucial step involves the establishment of the relationship $\ln R\tau = f(1/T)$, where $R\tau$ represents the gaseous conversion rate in sec^{-1} and $1/T$ denotes the reciprocal of temperature in $1/K$. The expression for $R\tau$ is defined in Eq. (4).

$$R\tau = \frac{d\tau \times dm}{mt} \quad (4)$$

Where dm is mass changes in kg , mt is mass of the sample at present in kg , and $d\tau$ is time in seconds. For the calculation of kinetic constants, temperature interval corresponding to the initiation of sample weight change is utilized. In this interval, rate of mass change is determined by the rate of the chemical reaction using Eq. (5).

$$R\tau(T) = k \times e^{\frac{R \times T}{E_a}} \quad (5)$$

Where k represents reaction rate constant in sec^{-1} , E_a is activation energy in J/mol , R is universal gas constant in $J/(mol \times K)$, and T is temperature in K . The half-life ($t_{1/2}$) for a first-order reaction is defined in Eq (6) as the reaction rate constant k divided by natural logarithm of 2.

$$t_{1/2} = \frac{k}{\ln 2} \quad (6)$$

The study considers the impact of sorption and desorption processes on reactions, using thermogravimetric analysis and mass spectrometry. Kinetics modeling considers reaction mechanisms, kinetics, and activation energy. Experimental conditions simulate carbonation conditions, highlighting the potential effects of these processes. This study provides a comprehensive understanding of crucial steps in carbon capture and mineralization methods, focusing on the role of CaO in carbonation reactions. The complex interaction of factors yields vital information for reaction optimization in industrial applications. By employing linear regression (LR) and least-squares (LS) methods, the study delves into the kinetics of the carbonation reaction of CaO with CO_2 , crucial for optimizing CO_2 capture systems. These methods involve fitting experimental data to mathematical models, extracting relevant parameters, and minimizing the differences between observed and predicted values [33], [34]. Additionally, they aid in estimating reaction kinetics parameters, validating models, and optimizing CO_2 capture systems by identifying suitable operating conditions and guiding system design and scale-up.

Result

The temperature and time relationship with mass retrieval and conversion of CaO in TGA for CaO -base carbonation reaction is significant. Figure 3 provides valuable insights into kinetics and thermodynamics of the reaction, offering a deeper understanding of the underlying processes. The low-temperature region of chemical reaction is characterized by initiation phase with minimal mass loss, indicating a slow reaction. As the temperature surpasses 323 K, a more pronounced mass loss becomes evident, signifying an acceleration of the reaction with a steady decrease in mass over time. The transition stage within this region witnesses a moderate to rapid increase in temperature, accompanied by sustained mass loss, indicative of an active reaction. This temperature range is likely associated with the primary phase of the reaction, where CaO reacts with CO_2 to form calcium carbonate. The relationship between mass loss and conversion becomes particularly intriguing in this region. The modest mass loss, coupled with a gradual rise in conversion, implies a controlled and nuanced transformation of the reactant. This suggests that the decomposition reaction unfolds not only in response to temperature variations but also in consideration of the intrinsic properties of the material. In the high-temperature region (823–1233 K), a notable trend emerges as the temperature surpasses 823 K; although the temperature continues to rise, the rate of mass loss stabilizes, suggesting a potential completion of the reaction or the establishment of a dynamic equilibrium. The consistent time intervals indicate a sustained state in the later stages of the regime. In the range of 973 K to 1233 K, a potential steady-state behavior is observed, as the mass loss reaches a plateau, indicating a relatively stable condition. The interaction between mass loss and conversion within this temperature range underscores the nuanced nature of the CaO to $CaCO_3$ transformation. The significance of comprehending the interdependence between temperature, mass loss, and conversion becomes evident in understanding the underlying mechanisms of the carbon capture process.

Figure 3(b) reveals that mass changes in carbonization and decarbonation reactions are non-symmetric due to various factors. These include temperature dependence, thermodynamic factors, kinetic effects, intermediate formation, catalytic effects, and microstructural changes. Carbonization dominates at lower temperatures due to carbonaceous residue stability, while decarbonation prevails at higher temperatures due to increased energy availability. Kinetic effects also influence the asymmetry, with certain temperature ranges showing more substantial mass changes. Intermediate formation can also affect the overall reaction pathway.

Arrhenius plot is employed to investigate the relationship between temperature and rate at which carbonation reactions occur. Figure 4 (a)-(f) illustrate Arrhenius plot depicting carbonation process, with a specific emphasis on different temperature ranges. Activation energy is an essential indicator for comprehending the kinetics of chemical reaction. It signifies the energy barrier that must be surpassed for the reaction to take place. Activation energy can be readily determined from Arrhenius plot. Within the framework of Arrhenius plot for carbonation, linear regression (LR) method can be employed to ascertain the correlation between the logarithm of reaction rate ($\ln R\tau$) and the inverse of temperature ($1/T$). Activation energy and pre-exponential factor for the reaction can be found by applying a linear equation to the data. Conversely, least squares (LS) method is employed to determine the optimal

curve that fits a given set of data points. The LS method can be used in Arrhenius plot for carbonation to minimize the sum of the squared differences between the observed and anticipated reaction rates at various temperatures. By finding the most accurate curve that shows the relationship between the reaction rate and temperature, this method makes it easier to figure out Arrhenius equation's parameters, such as activation energy and pre-exponential factor. The observed temperature dependency is a prevalent pattern in chemical reactions, consistent with the principles of reaction kinetics from CO_2 sorting point of view. The precise equations derived from the LS method provide mathematical comprehension of the relationship between activation energy and temperature, offering useful insights for estimating reaction rates in diverse circumstances.

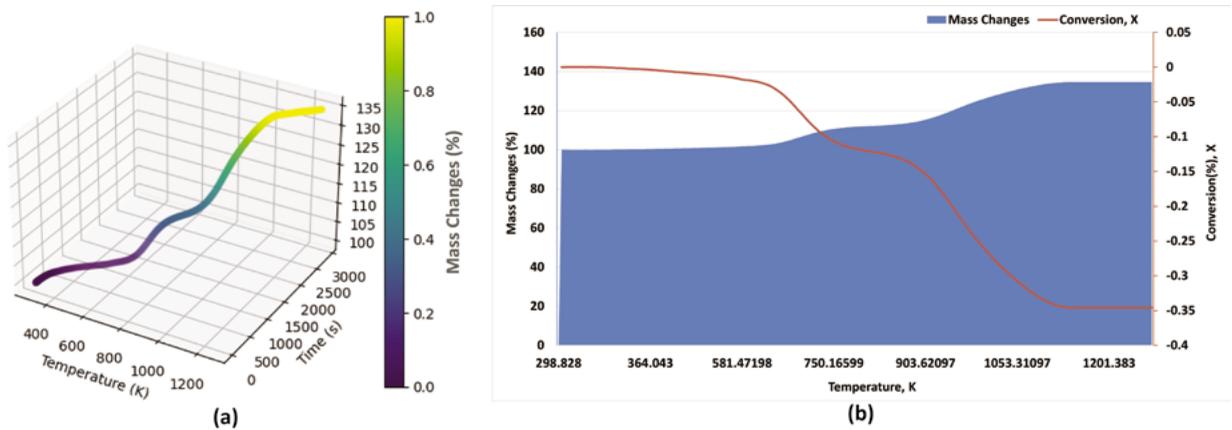


Fig. 3. Unraveling effects of temperature and time on TGA: (a) temperature and time on mass changes (%) (b) temperature and time on mass changes (%) and conversion (%)

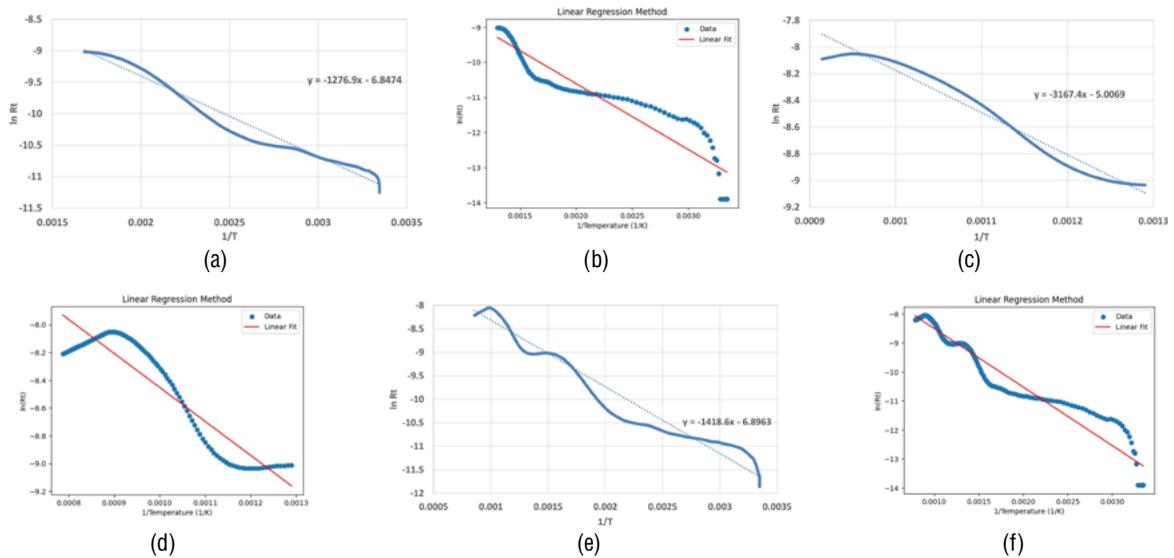


Fig.4. Arrhenius plot for carbonation reaction for different region: (a) LS Method – Low temperature (b) LR Method – Low temperature (c) LS Method – High temperature (d) LR Method – High temperature (e) LS Method – Overall (f) LR Method – Overall

Table 2. Comparative Analysis of Activation Energy and Reaction Rate Constants Using Linear Regression and Least-Squares Methods

Method	Range	Activation Energy, E_a (KJ/mol)	Pre exponential Factor, $\ln A$	From Arrhenius Plot	
				Reaction rate constant, k ($sec^{-1} \cdot Pa^{-1}$)	Half-lives (sec)
Linear regression method	Low temperature	15.59	6.86	1.036×10^{-8}	6.69×10^7
	High temperature	20.36	6.48	2.449×10^{-8}	2.83×10^7
	Overall	21.745	6	1.515×10^{-8}	4.57×10^7
Least-squares method	Low temperature	15.3	6.85	1.049×10^{-8}	6.60×10^7
	High temperature	20.44	6.89	6.609×10^{-8}	1.05×10^7
	Overall	26.33	5.01	9.992×10^{-8}	6.94×10^7

Table 2 investigates the carbonation process, focusing to determining activation energy (E_a), reaction rate constant (k), and half-lives at both low and high temperatures. The linear regression and least-squares approaches are essential in revealing the kinetics and thermodynamics of carbonation reaction. Activation energy quantifies the amount of energy needed for the reactants to undergo a transformation into products. On the other hand, $\ln A$ reflects pre-exponential factor of Arrhenius equation. The findings derived from using *LR* for low, high, and overall temperatures (15.59, 20.36, and 21.745 kJ/mol, respectively) indicate that the energy barrier for the carbonation process is greater at high temperatures. This is supported by the corresponding $\ln A$, which demonstrate a comparable pattern. Our investigation revealed a positive correlation between temperature and the rate of the carbonation reaction. The reaction rate constants (k) at low, high, and overall temperatures are 1.036×10^{-8} , 2.449×10^{-8} , and are $1.515 \times 10^{-8} sec^{-1} \cdot Pa^{-1}$, respectively. This is consistent with the principle that elevated temperatures

typically result in accelerated reaction rates. From *LS* method, we can observe that the low, high, and overall temperatures yield k values of 1.049×10^{-8} , 6.609×10^{-8} and $9.992 \times 10^{-8} sec^{-1} \cdot Pa^{-1}$ respectively. The half-lives, which represent the time required for half of the reactants to be consumed, can be obtained through subtracting the reciprocal of the reaction rate constant ($1/k$). *LR* and *LS* methods provide valuable insights into the kinetics of the carbonation process by determining half-lives at various temperatures, including low, high, and overall values. Significantly, the half-lives diminish as the temperature rises, indicating an accelerated progression of the reaction at higher temperatures.

Figure 5 depicts an in-depth assessment of the reaction kinetics over a broad range of temperatures and the corresponding rates of reaction. Figure 5(a) demonstrates a gradual decline in reaction rates as the reaction advances, with the most rapid rates happening at the beginning of the low temperature range. Reaction rates eventually become quantitative and show variations over the temperature

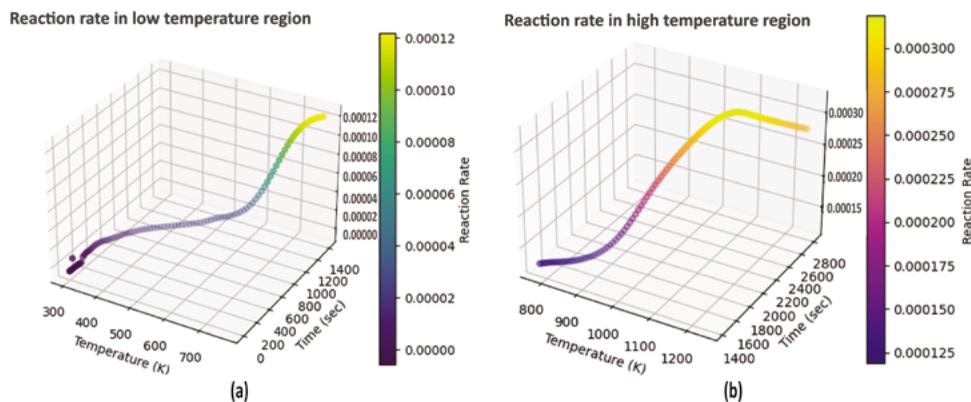


Fig. 5. Effects of temperature and time on reaction rates: (a) low temperature region (b) high temperature region

range (300–600 K). Lower temperatures exhibit a steady rise in reaction rates, which indicates the slower kinetics associated with these temperatures. At temperatures over 304.204 K, the reaction rates of carbonation process decrease significantly, indicating a substantial slowing and reaching a condition of equilibrium. Within the carbonation process, significant observations and implications can be identified at the higher temperature zone. Figure 5(b) on the relationship between time, temperature, and reaction rate demonstrates that higher temperatures have a significant impact on the rate at which reactions occur. Upon analysis in the higher temperature range, it becomes evident that reaction rates generally increase as the temperature rises. Higher temperatures lead to a greater frequency and energy of molecular collisions. Increased energy levels promote the surmounting of activation energy barriers, allowing a greater number of molecules to acquire the requisite energy for engagement in the reaction. As a result, the rates at which reactions occur are greater when temperatures are increased. When specific time intervals are analyzed within the higher temperature range, the reaction rates consistently show an increased tendency. At a temperature of 1118 K, reaction rate is estimated to be 3.187×10^{-4} . Subsequent observations indicate a consistent rise in reaction rates with increasing temperatures. Understanding the kinetics of the carbonation process is essential, especially in situations where controlling the reaction rate is key. This understanding relies on recognizing the temperature-dependent nature of the activity. In addition, Figure 5 (b) demonstrates that at 1 000 K, the reaction rates exhibit a pattern of increasing to higher values, suggesting a faster and more effective carbonation process at higher temperatures. This is important for companies and applications that need to adjust response rates to improve process efficiency and productivity. However, when analyzing individual temperature points, it is obvious that the reaction rate rises as the temperature increases, indicating the temperature's

influence on the carbonation process. This is consistent with well-established concepts in chemical kinetics, where higher temperatures frequently lead to higher reaction rates because of intensified molecule collisions.

The pressure-order relationship in CaO -to- CaCO_3 carbonation is illustrated in Figure 6. Carbonation converts calcium oxide to calcium carbonate by reacting with CO_2 at pressure, order, and temperature. Reaction order is the rate equation power to which a reactant concentration is elevated. As the pressure increases, the rate of carbonation tends to decrease, as indicated by Figure 6(a) of the carbonation rates for both *LR* and *LS* methods. For *LR* and *LS* at high temperature, low temperature, and overall regions provide insights into the kinetics of the carbonation process under different conditions. Both *LR* and *LS* methods offer statistical approaches to modeling the relationship between pressure and the rate of carbonation. The differences in Figure 6(a) obtained from these methods at different temperatures can indicate the sensitivity of the carbonation process to temperature variations. The comparison of *LR* and *LS* values at high and low temperatures suggests that the carbonation process is influenced by temperature, with higher temperatures generally resulting in higher carbonation rates. The overall *LR* and *LS* values provide a comprehensive view of the carbonation kinetics across the temperature range studied. Examining *LR* and *LS* values for different reaction orders reveals distinct trends in the carbonation process as shown in Figure 6(b). As the reaction order increases, *LR* and *LS* values exhibit a systematic decrease, signifying a diminishing reaction rate. This inverse relationship between reaction order and reaction rate is crucial for understanding the intricacies of the carbonation kinetics. The differentiation between *LR* values at high and low temperatures offers valuable information about the temperature dependency of the carbonation reaction. Higher *LR* values at elevated temperatures suggest a temperature-dependent enhancement of the reaction rate,

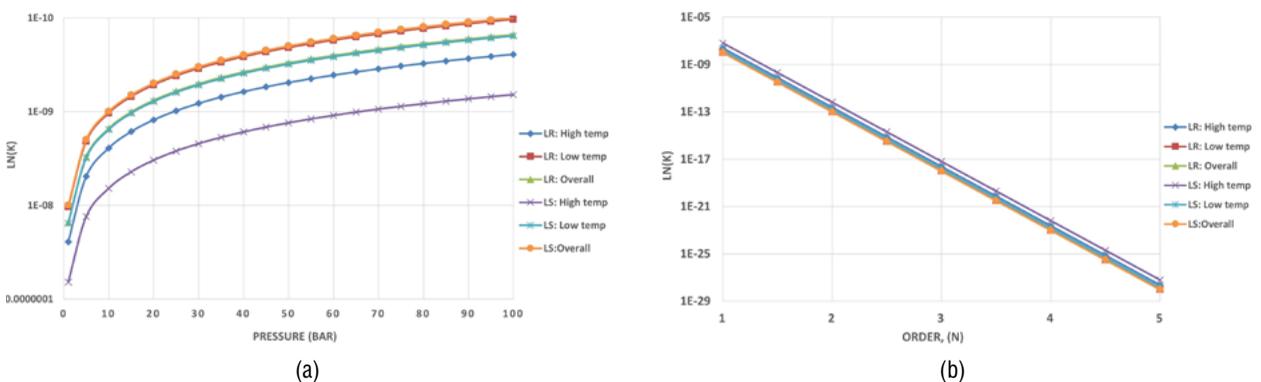


Fig. 6. Exploring Reaction Rate Dependencies: (a) Pressure -Dependance of Reaction rate (b) Order-Dependance of Reaction rate

emphasizing the significance of temperature in influencing the carbonation kinetics. Comparing LR and LS values provide a comprehensive assessment of the robustness of the regression models. LS values, being more resilient to outliers, offer an additional layer of understanding, ensuring a more accurate representation of the relationship between reaction order and the carbonation process.

The relationship between time dependent temperature, and CO_2 capture capacity is represented in Figure 7, allowing for analytical comparison. The escalating levels of CO_2 emissions resulting from the combustion of fossil fuels, such as different coal grade in power generation [35] or other industrial processes [36], have prompted the exploration of innovative alternatives to mitigate these emissions and reduce the associated carbon footprint. The dynamic nature of the CO_2 capture process at lower temperatures is highlighted by the observed fluctuations in its capacity. The efficiency of CO_2 capture is significantly influenced by factors such as reaction kinetics and thermodynamics. Within the low temperature region, observed CO_2 capture capacity (%) stands at relatively low (Figure 6b). During low-temperature phase, CaO is anticipated to demonstrate distinctive CO_2 capture efficiency, marking the onset of the reaction as it begins to adsorb CO_2 . In contrast CO_2 capture capacity at high temperatures reveals a consistent and discernible increase in efficiency as temperatures rise. Within high-temperature range, capacity for capturing CO_2 per gram of CaO exhibits a notable upward trajectory, indicating the complex interplay between thermodynamic and kinetic factors governing the underlying chemical reactions. Notably, optimal CO_2 capture capacity peaks are observed at the highest temperature regions, approximately around 1200 K, suggesting the existence of temperature thresholds beyond which further improvements in capture efficiency may yield diminishing returns (Figure 7a).

In high-temperature region, CaO experiences the most substantial mass losses because of CO_2 absorption, signifying the peak and, consequently, the maximum capture efficiency (see Figure 7b). This observed trend aligns with fundamental thermodynamic principles, where reactions tend to be more favorable at elevated temperatures due to increased kinetic energy and enhanced reactant mobility. Understanding the temperature-dependent trend is crucial for developing CO_2 capture systems tailored for high-temperature environments. It provides valuable insights into the temperature ranges where capture process is most effective, guiding the optimization of conditions for industrial applications.

Discussion

In this study, we introduce бТЛ-based methodology for exploring carbonation kinetics of CaO . The instrument uses differential scanning calorimetry to capture thermal effects, and LR and LS methods for modeling activation energy and reaction rates. The study examines low and high-temperature regions, assessing pressure influence, to provide a holistic understanding of carbonation process across different conditions. The dual-method approach evaluates activation energy and reaction rates, ensuring the reliability of statistical models. Carbonation process's sensitivity to reaction orders, reveals dependencies on pressure and temperature. This is crucial for optimizing reaction conditions in various industrial settings. The study's precision, versatility, and the application of dual-method statistical modeling highlight its potential for enhancing the understanding of carbonation processes. In light of the foregoing analysis, the study's observations lead to the following conclusions.

a) TGA of the carbonation reaction reveals temperature and time dependencies, providing insights into carbon

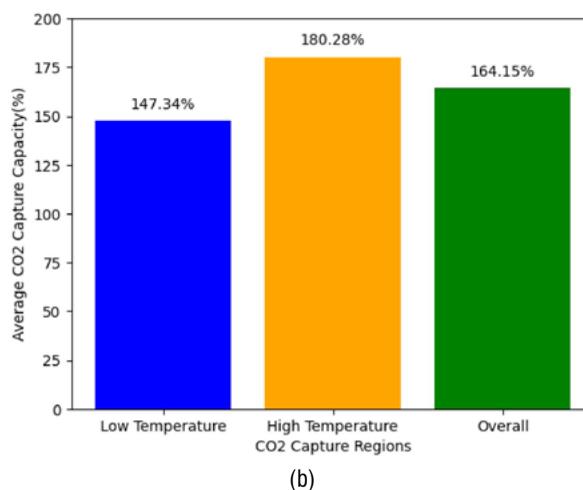
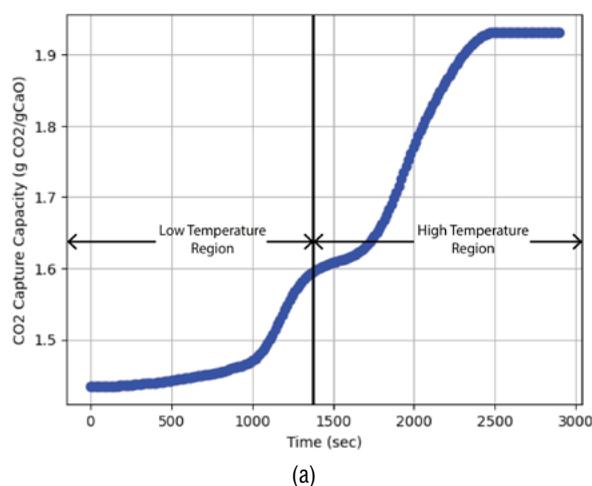


Fig.7. Effectiveness of CaO -based carbonation system in capturing CO_2 : (a) On $gCO_2/gCaO$ basis (b) In terms of % capacity

capture capacity. In low-temperature ranges, a gradual initiation with mass loss and conversion suggests a controlled transformation of CaO . In high-temperature ranges, a stable condition and potential completion suggest a nuanced transformation for optimizing carbon capture processes in industrial applications.

b) Arrhenius plot and derived activation energy values offer a quantitative understanding of the temperature dependency of the carbonation process for the assessment and optimization of CCS . The observed temperature dependency suggests higher energy thresholds at elevated temperatures, impacting carbon capture efficiency.

c) Figures 3 and 4 reveal the carbonation process's dynamics, revealing a deceleration in reaction rates in low-temperature ranges and a surge in rates at elevated temperatures. The trajectory beyond 1000 K suggests a more streamlined process, requiring optimized reaction rates for industries to improve carbon capture efficiency and productivity.

d) The study reveals that pressure-order relationships in CaO -to- $CaCO_3$ carbonation negatively impact carbon capture capacity, with higher pressures affecting efficiency. The inverse relationship between reaction order and reaction rate is crucial for understanding carbonation kinetics. Temperature control is essential for optimizing carbon capture processes, and robust LS values enhance accuracy in assessing reaction order.

In evaluating calculated activation energy values for carbonation process obtained through both LR and LS methods, a comparison with reference reveals insights into the accuracy and reliability of the calculated results as dissipated in Figure 8. Activation energy (E_a) obtained through LR method at low temperature, high temperature, and overall are in line with theoretical expectations. In comparison of calculated values, with existing studies provides additional insights. Grasa *et al.* [37] reported E_a of 21.3 KJ/mol at high temperatures with varying partial pressures of CO_2 (P_{CO_2}) between 0.01 and 0.1 MPa . Sedghkerdar *et al.* [38] obtained a value of 28.3 KJ/mol at high temperatures using a Thermogravimetric Analyzer operating at atmospheric pressure. Ramezani *et al.* [20] conducted experiments at low temperatures with P_{CO_2} ranging from 0.05 to 0.1 %, resulting in E_a of 19.7 KJ/mol . Furthermore, Fedunik-Hofman *et al.* [39] reported an overall E_a of 17.45 KJ/mol under isothermal conditions, where Pechini-synthesized CaO was initially heated isothermally under 100 % N_2 and then subjected to carbonation under a mixed atmosphere. Sun *et al.* [40] observed an overall E_a of 24 KJ/mol at high pressures ($P_{CO_2} > 101$ kPa), while another study by Grasa *et*

al. [37] indicated E_a of 19.2 KJ/mol for cyclic carbonation and calcination reactions with varying P_{CO_2} between 0.01 and 0.1 MPa . Upon review of E_a , it appears that there is a discrepancy between the calculated E_a and those obtained from existing studies:

a) The calculated activation energy using both linear regression and least-squares methods generally fall within the range of the existing studies, but there are slight differences in specific temperature ranges.

b) For the high-temperature range, the calculated values from both methods tend to be lower than some of the existing studies.

c) The low-temperature calculated values, particularly with the least-squares method, are notably lower than Ramezani *et al.* [20].

d) Fedunik-Hofman *et al.* [39] overall activation energy is in closer alignment with the least-squares overall than with the linear regression overall.

e) Sun *et al.* [40] overall activation energy is within the range of the calculated values. Diverse experimental conditions, methodological choices, and complexities in reaction kinetics contribute to disparities in calculated activation energy compared to existing studies. Variances in equipment, temperature ranges, CO_2 partial pressures, reaction mechanisms, synthesis methods, and data analysis techniques introduce additional variables. Additionally, measurement uncertainties and the use of varied analytical tools impact results. It is important to mention that calculated values are approximations and are subject to limitations based on the assumptions and models employed in the linear regression and least-squares methods. The discrepancies in the total activation energy calculated by the linear regression method and the least squares method, despite similar values for the low and high temperature ranges, stems from factors such as the distribution and weighting of data points, assumptions in models, the temperature dependence of rate constants, and potential statistical fluctuations in the data.

In this study, we explore the dynamic relationship between temperature and CO_2 capture capacity, highlighting the efficiency of CaO at varying temperatures. The study suggests the existence of temperature thresholds, indicating diminishing returns from further enhancements. Significant mass losses at higher temperatures align with thermodynamic principles, crucial for developing CO_2 capture systems in high-temperature environments. The pivotal role of activation energy in CaO – based carbonation enhances reaction kinetics and aids in temperature optimization, influencing the design of energy-efficient capture systems for sustainable emission reduction.

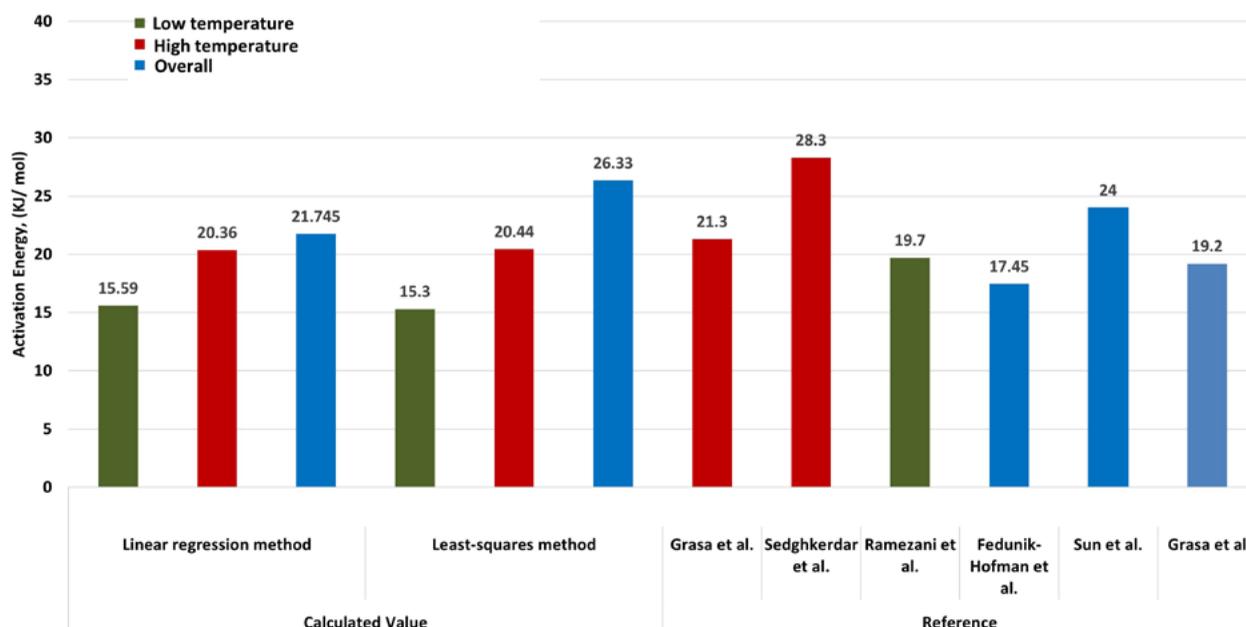


Fig. 8. Comparison of activation energy with reference

Conclusion

The thermogravimetric analysis of the carbonation reaction unveils distinct phases at low and high temperatures, shedding light on the nuanced transformations of CaO . Arrhenius plot and activation energy values offer a quantitative understanding of the temperature dependency, indicating higher energy thresholds at elevated temperatures, impacting carbon capture efficiency. Dual-method statistical modeling provides comprehensive analysis of the dynamic nature of the carbonation process, revealing temperature-dependent reaction rates and CO_2 capture capacity.

The findings of this study hold significant potential for the optimization of carbon capture and storage (CCS) technologies, with the capacity to enhance efficiency and cost-effectiveness in the management of greenhouse gas emissions. By leveraging these insights, the development of more sustainable energy solutions, particularly in the realms of power generation and industrial applications, stands to benefit. Furthermore, the study's implications extend to the advancement of scientific knowledge in fields such as chemical engineering, environmental science, and thermodynamics, thereby contributing to the progression of these disciplines. Future work could focus on exploring novel sorbent materials with enhanced long-term stability and durability, integrating computational modeling and simulation techniques. This could lead to the development of optimized sorbent materials tailored for diverse applications and sustainable synthesis routes, contributing to comprehensive sustainability and environmental impact analyses.

Contributions from co-authors: Shaon Md Tariqur Rahman made significant contributions to the introduction, methodology, analysis, interpretation of results, discussion, and conclusion. Antor Mahamudul Hashan provided valuable input in the interpretation of results and discussion. Additionally, Sharon Md Mahbubur Rahman played a key role in conducting the literature review and contributing to the methodology.

Вклад соавторов: Шаон Мд Тарикур Рахман внес значительный вклад во введение, методологию, анализ, интерпретацию результатов, обсуждение и заключение. Антор Махамудул Хашан внес ценный вклад в интерпретацию результатов и обсуждение. Кроме того, Шарон Мд Махбубур Рахман сыграл ключевую роль в проведении обзора литературы и внес вклад в разработку методологии.

Conflict of interests: The author states that they have no potential conflict of interest in relation to the study in this paper.

Конфликт интересов: Автор подтверждает, что у них нет потенциального конфликта интересов в связи с исследованием, представленным в данной статье.

REFERENCES

1. Shaon Md T. R., Bogatova T. F. Carbon Footprint in Industry and Opportunities to Reduce It // *Теплотехника и информатика в образовании, науке и производстве: сборник докладов X Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных (ТИМ'2022) с международным участием (Екатеринбург, 19–20 мая 2022 г.)*. Екатеринбург: УрФУ, 2022. С. 7–12.
2. Olivier J., Peters J. Trends in global CO₂ and total greenhouse gas emissions; 2020 report // PBL Netherlands Environmental Assessment Agency. 2020. P. 85.
3. Freund P. Making deep reductions in CO₂ emissions from coal-fired power plant using capture and storage of CO₂ // *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part A: Journal of Power and Energy*. 2003. Vol. 217, № 1. P. 1–7. <https://doi.org/10.1243/095765003321148628>
4. Garg A., Shukla P. R. Coal and energy security for India: Role of carbon dioxide (CO₂) capture and storage (CCS) // *Energy*. 2009. Vol. 34, № 8. P. 1032–1041. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2009.01.005>
5. Deep CCS: Moving beyond 90% carbon dioxide capture / M. N. Dods [et al.] // *Environmental Science & Technology*. 2021. Vol. 55, № 13. P. 8524–8534. <https://doi.org/10.1021/acs.est.0c07390>
6. Singh B. Environmental evaluation of carbon capture and storage technology and large scale deployment scenarios: Doctoral thesis. Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, Fakultet for ingeniørvitenskap og teknologi, Program for industriell økologi, 2011.
7. Zhang Z. et al. A novel method for the preparation of CO₂ sorption sorbents with high performance // *Applied Energy*. 2014. Vol. 123. P. 179–184.
8. Webley P. A. Adsorption technology for CO₂ separation and capture: a perspective // *Adsorption*. 2014. Vol. 20, № 2–3. P. 225–231.
9. Kuramoto K. et al. Repetitive Carbonation-Calcination Reactions of Ca-Based Sorbents for Efficient CO₂ Sorption at Elevated Temperatures and Pressures // *Ind. Eng. Chem. Res.* 2003. Vol. 42, № 5. P. 975–981.
10. Erans M., Manovic V., Anthony E. J. Calcium looping sorbents for CO₂ capture // *Applied Energy*. 2016. Vol. 180. P. 722–742.
11. Vaz S., Rodrigues De Souza A. P., Lobo Baeta B. E. Technologies for carbon dioxide capture: A review applied to energy sectors // *Cleaner Engineering and Technology*. 2022. Vol. 8. P. 100456.
12. Liu W. et al. Performance Enhancement of Calcium Oxide Sorbents for Cyclic CO₂ Capture – A Review // *Energy Fuels*. 2012. Vol. 26, № 5. P. 2751–2767.
13. Dunstan M. T. et al. CO₂ Capture at Medium to High Temperature Using Solid OxideBased Sorbents: Fundamental Aspects, Mechanistic Insights, and Recent Advances // *Chem. Rev.* 2021. Vol. 121, № 20. P. 12681–12745.
14. Halliday C., Hatton T. A. Sorbents for the Capture of CO₂ and Other Acid Gases: A Review // *Ind. Eng. Chem. Res.* 2021. Vol. 60, № 26. P. 9313–9346.
15. Naeem M. A. et al. Optimization of the structural characteristics of CaO and its effective stabilization yield high-capacity CO₂ sorbents // *Nat Commun*. 2018. Vol. 9, № 1. P. 2408.
16. Chen H. et al. Novel Optimized Process for Utilization of CaO-Based Sorbent for Capturing CO₂ and SO₂ Sequentially // *Energy Fuels*. 2012. Vol. 26, № 9. P. 5596–5603.
17. Bilton M., Brown A. P., Milne S. J. Investigating the optimum conditions for the formation of calcium oxide, used for CO₂ sequestration, by thermal decomposition of calcium acetate // *J. Phys.: Conf. Ser.* 2012. Vol. 371. P. 012075.
18. Arenas Castiblanco E. et al. A new approach to obtain kinetic parameters of corn cob pyrolysis catalyzed with CaO and CaCO₃ // *Heliyon*. 2022. Vol. 8, № 8. P. e10195.
19. Pojananukij N. et al. Synthesis of Alkali Metal/CaO Sorbent for CO₂ Capture at Low Temperature. 2010. Vol. 25, № 1. P. 77.
20. Ramezani M. et al. Determination of Carbonation / Calcination Reaction Kinetics of a Limestone Sorbent in low CO₂ Partial Pressures Using TGA Experiments // *Energy Procedia*. 2017. Vol. 114. P. 259–270.
21. Mohamed M., Yusup S., Bustam M. A. Synthesis of CaO-based Sorbent from Biomass for CO₂ Capture in Series of Calcination-carbonation Cycle // *Procedia Engineering*. 2016. Vol. 148. P. 78–85.
22. Pimenidou P., Dupont V. Dolomite study for in situ CO₂ capture for chemical looping reforming // *International Journal of Ambient Energy*. 2015. Vol. 36, № 4. P. 170–182.
23. Danielsen S. P. O. et al. Molecular Characterization of Polymer Networks // *Chem. Rev.* 2021. Vol. 121, № 8. P. 5042–5092.
24. Haines P. J., Reading M., Wilburn F. W. Differential Thermal Analysis and Differential Scanning Calorimetry // *Handbook of Thermal Analysis and Calorimetry*. Elsevier, 1998. Vol. 1. P. 279–361.
25. Materazzi S., Risoluti R. Evolved Gas Analysis by Mass Spectrometry // *Applied Spectroscopy Reviews*. Taylor & Francis, 2014. Vol. 49, № 8. P. 635–665.
26. Tankov I. et al. Non-isothermal decomposition kinetics of pyridinium nitrate under nitrogen atmosphere // *Thermochimica Acta*. 2018. Vol. 665. P. 85–91.
27. Vyazovkin S. et al. ICTAC Kinetics Committee recommendations for analysis of multistep kinetics // *Thermochimica Acta*. 2020. Vol. 689. P. 178597.
28. Saadatkhah N. et al. Experimental methods in chemical engineering: Thermogravimetric analysis – TGA // *Can J Chem Eng.* 2020. Vol. 98, № 1. P. 34–43.
29. Šesták J., Hubík P., Mareš J. J. Thermal Physics and Thermal Analysis: From Macro to Micro, Highlighting Thermodynamics, Kinetics and Nanomaterials. Springer, 2017. 585 p.

30. *Wiedemann H.-G., Bayer G.* Trends and applications of thermogravimetry // Inorganic and Physical Chemistry. Berlin, Heidelberg: Springer, 1978. P. 67–140.
31. *Никитин А. Д.* Влияние водяного пара на физико-химические процессы в парогазовой установке с внутрицикловой газификацией твердого топлива: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук: 01.04.14: Thesis. б. и., 2021.
32. *Sun Z. et al.* Density functional theory study on the thermodynamics and mechanism of carbon dioxide capture by CaO and CaO regeneration // RSC Adv. The Royal Society of Chemistry, 2016. Vol. 6, № 45. P. 39460–39468.
33. *Li Z., Sun H., Cai N.* Rate Equation Theory for the Carbonation Reaction of CaO with CO₂ // Energy Fuels. American Chemical Society, 2012. Vol. 26, № 7. P. 4607–4616.
34. *Perrin C. L.* Linear or Nonlinear Least-Squares Analysis of Kinetic Data? // J. Chem. Educ. American Chemical Society, 2017. Vol. 94, № 6. P. 669–672.
35. *Rahman S. M. T., Hashan A. M., Rahman S. M. M.* Numerical Analysis of the Equilibrium Composition and Structural Features of Coal Combustion Products: preprint. In Review, 2024.
36. *Marland G., Rotty R. M.* Carbon dioxide emissions from fossil fuels: a procedure for estimation and results for 1950–1982 // Tellus B: Chemical and Physical Meteorology. 1984. Vol. 36, № 4. P. 232.
37. *Grasa G. et al.* Application of the random pore model to the carbonation cyclic reaction // AIChE Journal. 2009. Vol. 55, № 5. P. 1246–1255.
38. *Sedghkerdar M. H., Mahinpey N., Ellis N.* The effect of sawdust on the calcination and the intrinsic rate of the carbonation reaction using a thermogravimetric analyzer (TGA) // Fuel Processing Technology. 2013. Vol. 106. P. 533–538.
39. *Fedunik-Hofman L., Bayon A., Donne S. W.* Comparative Kinetic Analysis of CaCO₃/CaO Reaction System for Energy Storage and Carbon Capture: 21 // Applied Sciences. Multidisciplinary Digital Publishing Institute, 2019. Vol. 9, № 21. P. 4601.
40. *Sun P. et al.* Determination of intrinsic rate constants of the CaO-CO₂ reaction // Chemical Engineering Science. 2008. Vol. 63, № 1. P. 47–56.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Шаон Мд Тарикур Рахман – бакалавр ядерных наук и инженерии Военного института науки и технологии, Дакка, Бангладеш, в 2020 году. Получил степень магистра по специальности «Теплоэнергетика и теплотехника» в Уральском федеральном университете, Екатеринбург, Российская Федерация. В настоящее время защищает докторскую диссертацию в Институте новых материалов и технологий (ИНМТ) того же университета.

С ним можно связаться по электронной почте:

potterh274@gmail.com

Телефон +7 (962) 323-75-50

ORCID: 0009-0007-8912-7604

Антор Махамудул Хашан – степень магистра в области инновационных программных систем «Проектирование, разработка и применение» Национального университета науки и технологий «МИСиС», Москва, Российская Федерация, в 2020 году. В настоящее время является аспирантом (Ph. D.) и работает ассистентом в Институте фундаментального образования Уральского федерального университета, Екатеринбург, Российская Федерация.

С ним можно связаться по электронной почте:

hashan.antor@gmail.com

ORCID: 0000-0001-7926-9245.

Шаон Мд Махабубур Рахман – в настоящее время получает степень бакалавра в области текстильной инженерии в Университете инженерии и технологии Кхулны, Кхулна, Бангладеш.

С ним можно связаться по электронной почте:

csssharon7@gmail.com

Телефон +8801982603947

ORCID: 0009-0001-2904-9022

AUTHOR'S INFORMATION

Shaon Md Tariqur Rahman – B. Sc. in Nuclear Science and Engineering from Military Institute of Science and Technology, Dhaka, Bangladesh in 2020. He completed his Master's degree in Thermal Power and Heat Engineering at Ural Federal University, Yekaterinburg, Russian Federation. Currently, he is pursuing a Ph.D. in the Institute of New Materials and Technologies (INMT) at the same university.

He can be contacted at Email:

potterh274@gmail.com

Telephone +7 (962) 323-75-50

ORCID: 0009-0007-8912-7604

Antor Mahamudul Hashan – M. S. c. degree in Innovative Software Systems: Design, Development & Application from National University of Science and Technology «MISIS», Moscow, Russian Federation in 2020. Currently he is a graduate student (Ph.D.) and working as a Assistant in the Institute of Fundamental Education at Ural Federal University, Yekaterinburg, Russian Federation.

He can be contacted at Email:

hashan.antor@gmail.com

ORCID: 0000-0001-7926-9245

Sharon Md Mahabubur Rahman – Currently, he is pursuing B. Sc. in Textile Engineering from Khulna University of Engineering and technology, Khulna, Bangladesh.

He can be contacted at Email:

csssharon7@gmail.com

Telephone +8801982603947

ORCID: 00090001-2904-9022.

■ РЕЕСТР УТВЕРЖДЕННЫХ ТИПОВ СТАНДАРТНЫХ ОБРАЗЦОВ, ПРЕДСТАВЛЕННЫЙ В РАЗДЕЛЕ ФИФ

Реестр утвержденных типов стандартных образцов предназначен для регистрации стандартных образцов, типы которых утверждены Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии, и представлен в разделе Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений «Утвержденные типы стандартных образцов».

Ведение Федерального информационного фонда, включая предоставление содержащихся в нем документов и сведений, организует Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии.

Ведение раздела Фонда по стандартным образцам состава и свойств веществ и материалов соответствии с частью 9 статьи 21 Федерального закона от 26 июня 2008 г. № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений» (далее – Федеральный закон № 102-ФЗ) осуществляет государственная служба стандартных образцов состава и свойств веществ и материалов.

Фонд создается с целью обеспечения потребности граждан, общества и государства в получении объективной и достоверной информации согласно части 1 статьи 20 Федерального закона № 102-ФЗ, используемой в целях защиты жизни и здоровья граждан, охраны окружающей среды, животного и растительного мира, обеспечения обороны и безопасности государства, в том числе экономической безопасности.

СВЕДЕНИЯ О НОВЫХ ТИПАХ СТАНДАРТНЫХ ОБРАЗЦОВ

В. В. Сулова

Уральский научно-исследовательский институт метрологии – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»
e-mail: gosreestr_so@uniim.ru

В этом разделе продолжается публикация сведений о типах стандартных образцов, которые были утверждены Приказами Росстандарта, начиная с мая 2024 г. и включая август 2024 г., в соответствии с Административным регламентом, в который были внесены изменения согласно Приказу Росстандарта № 1404 от 17.08.2020 «О внесении изменений в Административный регламент по предоставлению Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии государственной услуги по утверждению типа стандартных образцов или типа средств измерений» (утв. приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 12 ноября 2018 г. № 2346). Изменения внесены в целях реализации Федерального закона от 27 декабря 2019 г. № 496-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об обеспечении единства измерений».

С 01.01.2021 типы стандартных образцов утверждаются Приказами Росстандарта в соответствии с вступившим в силу Приказом Минпромторга России № 2905 от 28 августа 2020 года «Об утверждении порядка проведения испытаний стандартных образцов или средств измерений в целях утверждения типа, порядка утверждения типа стандартных образцов или типа средств измерений, внесения изменений в сведения о них, порядка выдачи сертификатов об утверждении типа стандартных образцов или типа средств измерений, формы сертификатов об утверждении типа стандартных образцов или типа средств измерений, требований к знакам утверждения типа стандартных образцов или типа средств измерений и порядка их нанесения». В свободном доступе более подробные сведения об утвержденных типах СО также можно посмотреть в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений на сайте ФГИС Росстандарта – <https://fgis.gost.ru/> в разделе «Утвержденные типы стандартных образцов».

ГСО 12498–2024

СО СТАЛИ ТИПА 76 (ИСО УНЛ4/1)

СО предназначен для аттестации, валидации и верификации методик измерений, контроля точности результатов измерений, установления и контроля стабильности градуировочных характеристик при определении химического состава сталей химическими и физико-химическими методами.

СО может применяться для поверки средств измерений при условии его соответствия обязательным требованиям, установленным в поверочных схемах и методиках аттестации эталонов единиц величин или методиках поверки средств измерений; калибровки средств измерений при условии соответствия его метрологических и технических характеристик требованиям методик калибровки; испытаний средств измерений и стандартных образцов в целях утверждения типа при условии соответствия его метрологических характеристик требованиям программ испытаний.

Область применения: металлургия, машиностроение, металлообработка, горнодобывающая промышленность.

Способ аттестации – межлабораторный эксперимент, сравнение со стандартным образцом.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля элементов, %.

Материал СО изготовлен из стали типа 76 (ГОСТ Р 51685–2022) в виде неокисленной стружки толщиной не более 0,4 мм (ГОСТ 7565–81, ГОСТ Р ИСО 14284–2009). Материал расфасован по (100–300) г в банки, на которые наклеены этикетки. Банки упакованы в коробки с этикетками.

ГСО 12499–2024

СО СОСТАВА ГЕКСЭТИДИНА (МЭЗ-127)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации, валидации методик измерений массовой доли гексэтидина в материалах и лекарственных средствах.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при условии соответствия требованиям методики калибровки; характеристики стандартных образцов, материалов.

Область применения: фармацевтическая промышленность, здравоохранение, ветеринарная промышленность, охрана окружающей среды, судебно-медицинская экспертиза, судебная экспертиза, научные исследования.

Способ аттестации – применение аттестованных методик измерений.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля гексэтидина, %.

СО представляет собой субстанцию гексэтидина, бесцветную или светло-жёлтую маслянистую жидкость, расфасованную массой от 100 до 500 мг в ампулы из темного стекла с точкой или линией разлома, помещённые в зиплок-пакет. Ампула и зиплок-пакет снабжены этикетками.

ГСО 12500–2024

СО СОСТАВА ВАНКОМИЦИНА ГИДРОХЛОРИДА (ГИЛС-Ванкомицин)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли ванкомицина гидрохлорида в субстанции ванкомицина гидрохлорида, фармацевтических препаратах и материалах, в состав которых входит ванкомицина гидрохлорид.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики калибровки.

Область применения: здравоохранение, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля ванкомицина гидрохлорида, %.

СО представляет собой субстанцию ванкомицина гидрохлорида, белый или почти белый микрокристаллический порошок, расфасованный по 500 мг во флаконы из темного стекла марки ОС или ОС-1 с кримповыми крышками. Каждый флакон снабжается этикеткой и помещается в полиэтиленовый пакет.

ГСО 12501–2024

СО СОСТАВА МЕНАДИОНА НАТРИЯ БИСУЛЬФИТА (ГИЛС–Менадион)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли менадиона натрия бисульфита в субстанции менадиона натрия бисульфита, фармацевтических препаратах и материалах, в состав которых входит менадиона натрия бисульфит. СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики калибровки.

Область применения: здравоохранение, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля менадиона натрия бисульфита, %.

СО представляет собой субстанцию менадиона натрия бисульфита, белый или белый с желтоватым или кремоватым оттенком кристаллический гигроскопичный порошок, расфасованный по 250 мг во флаконы из темного стекла марки ОС или ОС-1 с кримповыми крышками. Каждый флакон снабжается этикеткой и помещается в полиэтиленовый пакет.

ГСО 12502–2024

СО СОСТАВА ПОЛИМИКСИНА В СУЛЬФАТА (ГИЛС-Полимиксин В)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли полимиксина В сульфата в субстанции полимиксина В сульфата, фармацевтических препаратах и материалах, в состав которых входит полимиксина В сульфат. СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики калибровки.

Область применения: здравоохранение, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля полимиксина В сульфата, %.

СО представляет собой субстанцию полимиксина В сульфата, белый или почти белый кристаллический порошок, расфасованный по 200 мг во флаконы из темного стекла марки ОС или ОС-1 с кримповыми крышками. Каждый флакон снабжается этикеткой и помещается в полиэтиленовый пакет.

ГСО 12503–2024

СО СОСТАВА ТЕНОФОВИРА АЛАФЕНАМИДА ГЕМИФУМАРАТА (ТЕНОФОВИРА АЛАФЕНАМИДА ФУМАРАТА) (ГИЛС-Тенофовира алафенамида фумарат)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли тенофовира

алафенамида гемифумарата в субстанции тенофовира алафенамида гемифумарата, фармацевтических препаратах и материалах, в состав которых входит тенофовира алафенамида гемифумарат. СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики калибровки.

Область применения: здравоохранение, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля тенофовира алафенамида гемифумарата, %.

СО представляет собой субстанцию тенофовира алафенамида гемифумарата, белый или почти белый кристаллический порошок, расфасованный по 200 мг во флаконы из темного стекла марки ОС или ОС-1 с кримповыми крышками. Каждый флакон снабжается этикеткой и помещается в полиэтиленовый пакет.

ГСО 12504-2024

СО СОСТАВА ЦЕФАДРОКСИЛА (ГИЛС-Цефадроксил)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли цефадроксила в субстанции цефадроксила, фармацевтических препаратах и материалах, в состав которых входит цефадроксил.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики калибровки.

Область применения: здравоохранение, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля цефадроксила, %. СО представляет собой субстанцию цефадроксила, белый или почти белый кристаллический порошок, расфасованный по 200 мг во флаконы из темного стекла марки ОС или ОС-1 с кримповыми крышками. Каждый флакон снабжается этикеткой и помещается в полиэтиленовый пакет.

ГСО 12505-2024

СО СОСТАВА ЭЛТРОМБОПАГА ОЛАМИНА (ГИЛС-Элтромбопаг)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли элтромбопага оламина в субстанции элтромбопага оламина, фармацевтических препаратах и материалах, в состав которых входит элтромбопага оламин. СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики калибровки.

Область применения: здравоохранение, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля элтромбопага оламина, %.

СО представляет собой субстанцию элтромбопага оламина, порошок от красного до коричневого цвета, расфасованный по 100 мг во флаконы из темного стекла марки ОС или ОС-1 с кримповыми

крышками. Каждый флакон снабжается этикеткой и помещается в полиэтиленовый пакет.

ГСО 12506-2024

СО СОСТАВА РАСТВОРА ГАДОЛИНИЯ

СО предназначен для хранения и передачи единицы величины «массовая концентрация компонента» от ГЭТ 196-2023 Государственного первичного эталона единиц массовой (молярной) доли и массовой (молярной) концентрации компонентов в жидких и твердых веществах и материалах на основе спектральных методов (далее – ГЭТ 196) при аттестации вторичных и рабочих эталонов; поверке, калибровке и/или градуировке средств измерений; испытаниях средств измерений и стандартных образцов, в том числе в целях утверждения типа; валидации, аттестации методик (методов) измерений; разработке и аттестации первичных референтных (референтных) методик измерений и методик измерений, контроле правильности, межлабораторных сличительных (сравнительные) испытаниях и других видах метрологических работ.

Область применения: металлургия, охрана окружающей среды, производство химической и других типов промышленной продукции, выполнение работ по обеспечению безопасных условий и охраны труда на предприятиях основных отраслей экономики, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая концентрация гадолиния, г/дм³.

СО представляет собой раствор оксида гадолиния (III) с массовой долей основного вещества 99,9 % в 0,3 моль/дм³ соляной кислоте. СО может поставляться в объемах 8 см³, 15 см³, 30 см³, 50 см³, 60 см³, 100 см³, 125 см³, 250 см³ в зависимости от потребности заказчика в полипропиленовых банках вместимостью 8 см³, 15 см³, 30 см³, 50 см³, 60 см³, 100 см³, 125 см³, 250 см³, снабженных этикетками.

ГСО 12507-2024

СО СОСТАВА РАСТВОРА ГЕРМАНИЯ

СО предназначен для хранения и передачи единицы величины «массовая концентрация компонента» от ГЭТ 196-2023 Государственного первичного эталона единиц массовой (молярной) доли и массовой (молярной) концентрации компонентов в жидких и твердых веществах и материалах на основе спектральных методов (далее – ГЭТ 196) при аттестации вторичных и рабочих эталонов; поверке, калибровке и/или градуировке средств измерений; испытаниях средств измерений и стандартных образцов, в том числе в целях утверждения типа; валидации, аттестации методик (методов) измерений; разработке и аттестации первичных референтных (референтных) методик измерений и методик измерений, контроле правильности, межлабораторных сличительных (сравнительные) испытаниях и других видах метрологических работ.

Область применения: металлургия, охрана окружающей среды, производство химической и других типов промышленной продукции, выполнение работ по обеспечению безопасных условий и охраны труда на предприятиях основных отраслей экономики, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая концентрация германия, г/дм³.

СО представляет собой раствор оксида германия (IV) с массовой долей основного вещества 99,99 % в 0,3 моль/дм³ соляной кислоте. СО может поставляться в объемах 8 см³, 15 см³, 30 см³, 50 см³, 60 см³, 100 см³, 125 см³, 250 см³ в зависимости от потребности заказчика в полипропиленовых банках вместимостью 8 см³, 15 см³, 30 см³, 50 см³, 60 см³, 100 см³, 125 см³, 250 см³, снабженных этикетками.

ГСО 12508-2024

СО СОСТАВА РАСТВОРА ГАФНИЯ

СО предназначен для хранения и передачи единицы величины «массовая концентрация компонента» от ГЭТ 196-2023 Государственного первичного эталона единиц массовой (молярной) доли и массовой (молярной) концентрации компонентов в жидких и твердых веществах и материалах на основе спектральных методов (далее – ГЭТ 196) при аттестации вторичных и рабочих эталонов; поверке, калибровке и/или градуировке средств измерений; испытаниях средств измерений и стандартных образцов, в том числе в целях утверждения типа; валидации, аттестации методик (методов) измерений; разработке и аттестации первичных референтных (референтных) методик измерений и методик измерений, контроле правильности, межлабораторных сличительных (сравнительные) испытаниях и других видах метрологических работ.

Область применения: металлургия, охрана окружающей среды, производство химической и других типов промышленной продукции, выполнение работ по обеспечению безопасных условий и охраны труда на предприятиях основных отраслей экономики, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая концентрация гафния, г/дм³.

СО представляет собой раствор оксида гафния (IV) с массовой долей основного вещества 99,9 % в 0,35 моль/дм³ фтористоводородной кислоте. СО может поставляться в объемах 8 см³, 15 см³, 30 см³, 50 см³, 60 см³, 100 см³, 125 см³, 250 см³ в зависимости от потребностей заказчика в полипропиленовых банках вместимостью 8 см³, 15 см³, 30 см³, 50 см³, 60 см³, 100 см³, 125 см³, 250 см³, снабженных этикетками.

ГСО 12509-2024

СО СОСТАВА РАСТВОРА ПАЛЛАДИЯ

СО предназначен для хранения и передачи единицы величины «массовая концентрация компонента» от ГЭТ 196-2023 Государственного первичного эталона единиц массовой (молярной) доли и массовой (молярной) концентрации компонентов в жидких и твердых веществах и материалах на основе спектральных методов (далее – ГЭТ 196) при аттестации вторичных и рабочих эталонов; поверке, калибровке и/или градуировке средств измерений; испытаниях средств измерений и стандартных образцов, в том числе в целях утверждения типа; валидации, аттестации методик (методов) измерений; разработке и аттестации первичных референтных (референтных) методик измерений и методик измерений, контроле правильности, межлабораторных сличительных (сравнительные) испытаниях и других видах метрологических работ.

Область применения: нефтехимическая промышленность, металлургия, охрана окружающей среды, производство химической и других типов промышленной продукции, медицина, выполнение работ по обеспечению безопасных условий и охраны труда на предприятиях основных отраслей экономики, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая концентрация палладия, г/дм³.

СО представляет собой раствор палладия аффинированного с массовой долей основного вещества 99,99 % в 8 моль/дм³ азотной кислоте. СО может поставляться в объемах 60 см³, 125 см³ в зависимости от потребностей заказчика в полипропиленовых банках вместимостью 60 см³, 125 см³, снабженных этикетками.

ГСО 12510-2024

СО СОСТАВА РАСТВОРА ИТТЕРБИЯ

СО предназначен для хранения и передачи единицы величины «массовая концентрация компонента» от ГЭТ 196-2023 Государственного

первичного эталона единиц массовой (молярной) доли и массовой (молярной) концентрации компонентов в жидких и твердых веществах и материалах на основе спектральных методов (далее – ГЭТ 196) при аттестации вторичных и рабочих эталонов; поверке, калибровке и/или градуировке средств измерений; испытаниях средств измерений и стандартных образцов, в том числе в целях утверждения типа; валидации, аттестации методик (методов) измерений; разработке и аттестации первичных референтных (референтных) методик измерений и методик измерений, контроле правильности, межлабораторных сличительных (сравнительные) испытаниях и других видах метрологических работ.

Область применения: металлургия, охрана окружающей среды, производство химической и других типов промышленной продукции, выполнение работ по обеспечению безопасных условий и охраны труда на предприятиях основных отраслей экономики, научные – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая концентрация иттербия, г/дм³.

СО представляет собой раствор оксида иттербия (III) с массовой долей основного вещества 99,99 % в 0,3 моль/дм³ соляной кислоте. СО может поставляться в объемах 8 см³, 15 см³, 30 см³, 50 см³, 60 см³, 100 см³, 125 см³, 250 см³ в зависимости от потребностей заказчика в полипропиленовых банках вместимостью 8 см³, 15 см³, 30 см³, 50 см³, 60 см³, 100 см³, 125 см³, 250 см³, снабженных этикетками.

ГСО 12511-2024

СО СОСТАВА БЕТАМЕТАЗОНА АЦЕТАТА (ГИЛС – Бетаметазона ацетат)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли основного вещества в субстанции бетаметазона ацетата, фармацевтических препаратах и материалах, в состав которых входит бетаметазона ацетат. СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений и калибровки.

Область применения: здравоохранение, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля бетаметазона ацетата, %.

СО представляет собой субстанцию бетаметазона ацетата, белый или почти белый кристаллический порошок, расфасованный по 500 мг во флаконы темного стекла марки ОС или ОС-1 с кримповыми крышками. Каждый флакон снабжается этикеткой и помещается в полиэтиленовый пакет.

ГСО 12512-2024

СО СОСТАВА БЕТАМЕТАЗОНА ВАЛЕРАТА (ГИЛС – Бетаметазона валерат)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли основного вещества в субстанции бетаметазона валерата, фармацевтических препаратах и материалах, в состав которых входит бетаметазона валерат.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики калибровки.

Область применения: здравоохранение, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля бетаметазона валерата, %.

СО представляет собой субстанцию бетаметазона валерата, белый или почти белый кристаллический порошок, расфасованный по 200 мг во флаконы темного стекла марки ОС или ОС-1 с кримповыми крышками. Каждый флакон снабжается этикеткой и помещается в полиэтиленовый пакет.

ГСО 12513-2024

СО СОСТАВА МИКОФЕНОЛАТА МОФЕТИЛА

(ГИЛС – Микофенолата мофетил)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли основного вещества в субстанции микофенолата мофетила, фармацевтических препаратах и материалах, в состав которых входит микофенолата мофетил. СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики калибровки.

Область применения: здравоохранение, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля микофенолата мофетила, %.

СО представляет собой субстанцию микофенолата мофетила, белый или почти белый кристаллический порошок, расфасованный по 200 мг во флаконы темного стекла марки ОС или ОС-1 с кримповыми крышками. Каждый флакон снабжается этикеткой и помещается в полиэтиленовый пакет.

ГСО 12514-2024

СО СОСТАВА ТРИАМЦИНОЛОНА АЦЕТОНИДА

(ГИЛС – Триамцинолона ацетонид)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли основного вещества в субстанции триамцинолона ацетонида, фармацевтических препаратах и материалах, в состав которых входит триамцинолона ацетонид. СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики калибровки.

Область применения: здравоохранение, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля триамцинолона ацетонида, %.

СО представляет собой субстанцию триамцинолона ацетонида, белый или почти белый кристаллический порошок, расфасованный по 500 мг во флаконы темного стекла марки ОС или ОС-1 с кримповыми крышками. Каждый флакон снабжается этикеткой и помещается в полиэтиленовый пакет.

ГСО 12515-2024

СО СОСТАВА ФЛУДРОКОРТИЗОНА АЦЕТАТА

(ГИЛС – Флудрокортизона ацетат)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли основного вещества

в субстанции флудрокортизона ацетата, фармацевтических препаратах и материалах, в состав которых входит флудрокортизона ацетат. СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики калибровки.

Область применения: здравоохранение, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля флудрокортизона ацетата, %.

СО представляет собой субстанцию флудрокортизона ацетата, белый или почти белый кристаллический порошок, расфасованный по 200 мг во флаконы темного стекла марки ОС или ОС-1 с кримповыми крышками. Каждый флакон снабжается этикеткой и помещается в полиэтиленовый пакет.

ГСО 12516-2024

СО СОСТАВА ЦИПРОТЕРОНА АЦЕТАТА (ГИЛС – Ципротерона ацетат)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли основного вещества в субстанции ципротерона ацетата, фармацевтических препаратах и материалах, в состав которых входит ципротерона ацетат. СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики калибровки.

Область применения: здравоохранение, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля ципротерона ацетата, %.

СО представляет собой субстанцию ципротерона ацетата, белый или почти белый кристаллический порошок, расфасованный по 30 мг во флаконы темного стекла марки ОС или ОС-1 с кримповыми крышками. Каждый флакон снабжается этикеткой и помещается в полиэтиленовый пакет.

ГСО 12517-2024

СО СОСТАВА ЭЛСУЛЬФАВИРИНА НАТРИЯ

(ГИЛС – Элсульфавирин натрия)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли основного вещества в субстанции элсульфавирина натрия, фармацевтических препаратах и материалах, в состав которых входит элсульфавирин натрия. СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики калибровки.

Область применения: здравоохранение, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля элсульфавирина натрия, %.

СО представляет собой субстанцию элсульфавирина натрия, белый или почти белый кристаллический порошок, расфасованный

по 100 мг во флаконы темного стекла марки ОС или ОС-1 с кримповыми крышками. Каждый флакон снабжается этикеткой и помещается в полиэтиленовый пакет.

ГСО 12518–2024

СО СОСТАВА ЛИАНАГЛИПТИНА (МЗ3-145)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации, валидации методик измерений массовой доли лианглиптина в материалах и лекарственных средствах.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при условии соответствия требованиям методики калибровки; характеристики стандартных образцов, материалов.

Область применения: фармацевтическая промышленность, здравоохранение, ветеринарная промышленность, научные исследования, охрана окружающей среды, судебно-медицинская экспертиза, судебная экспертиза.

Способ аттестации – применение аттестованных методик измерений.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля лианглиптина, %. СО представляет собой субстанцию лианглиптина, светло-жёлтый или жёлтый кристаллический порошок, расфасованный массой от 100 до 500 мг во флаконы из стекла объемом 10 см³ с обжимными колпачками, помещенные в зиплок-пакет. Флакон и зиплок-пакет снабжены этикетками.

ГСО 12519–2024

СО СОСТАВА СУГАММАДЕКСА (СУГАММАДЕКСА НАТРИЯ) (МЗ3-158)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации, валидации методик измерений массовой доли сугаммадекса натрия в материалах и лекарственных средствах.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при условии соответствия требованиям методики калибровки; характеристики стандартных образцов, материалов.

Область применения: фармацевтическая промышленность, здравоохранение, ветеринарная промышленность, научные исследования, охрана окружающей среды, судебно-медицинская экспертиза, судебная экспертиза.

Способ аттестации – применение аттестованных методик измерений.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля сугаммадекса натрия, %; массовая доля воды, %.

СО представляет собой субстанцию сугаммадекса натрия, порошок от белого до почти белого цвета, расфасованный массой от 100 до 500 мг во флаконы из стекла объемом 10 см³ с обжимными колпачками, помещенные в зиплок-пакет. Флакон и зиплок-пакет снабжены этикетками.

ГСО 12520–2024

СО СОСТАВА ЭМПАГЛИФЛОЗИНА (МЗ3-164)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации, валидации методик измерений массовой доли эмпаглифлозина в материалах и лекарственных средствах.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при условии соответствия требованиям методики калибровки; характеристики стандартных образцов, материалов.

Область применения: фармацевтическая промышленность, здравоохранение, ветеринарная промышленность, научные исследования,

охрана окружающей среды, судебно-медицинская экспертиза, судебная экспертиза.

Способ аттестации – применение аттестованных методик измерений.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля эмпаглифлозина, %. СО представляет собой субстанцию эмпаглифлозина, белый, почти белый или желтоватый порошок, расфасованный массой от 100 мг до 500 мг во флаконы из стекла объемом 10 см³ с обжимными колпачками, помещенные в зиплок-пакет. Флакон и зиплок-пакет снабжены этикетками.

ГСО 12521–2024/ГСО 12523–2024

СО ВЛАЖНОСТИ ГРУНТА (набор ГР СО УНИИМ)

СО предназначены для аттестации методик измерений и контроля точности результатов измерений влажности грунта по стандартизованным и аттестованным методикам измерений; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартных образцов требованиям методики калибровки.

СО могут применяться для проверки средств измерений при условии соответствия обязательным требованиям, установленным в поверочных схемах и методиках аттестации эталонов единиц величин или методиках проверки средств измерений; испытаний средств измерений в целях утверждения типа при условии соответствия метрологических и технических характеристик стандартных образцов требованиям, установленным в программах испытаний соответствующих средств измерений; других видов метрологического контроля при соответствии метрологических и технических характеристик стандартных образцов требованиям процедур метрологического контроля.

Область применения: строительство, сельское хозяйство, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: влажность, % (массовое отношение влаги и массовая доля влаги).

Набор состоит из трех стандартных образцов, материал которых представляет собой природный грунт минерального или органического происхождения ГСО 12521–2024 грунт глинистый (суглинок), ГСО 12522–2024 грунт песчаный (песок), ГСО 12523–2024 грунт торфяной (торф), расфасованный массой от 100 до 1000 г в полиэтиленовую вакуумную упаковку с этикеткой.

ГСО 12524–2024

СО ОТКРЫТОЙ ПОРИСТОСТИ И ГАЗОПРОНИЦАЕМОСТИ ГОРНЫХ ПОРОД (ИМИТАТОР) (СО ОПГП 1 УНИИМ-КОРТЕХ)

СО предназначен для аттестации методик измерений и контроля точности результатов измерений открытой пористости и коэффициента газопроницаемости при заданном обратном поровом давлении по гелию и азоту и коэффициента абсолютной газопроницаемости горных пород; проверки и калибровки средств измерений открытой пористости и коэффициента газопроницаемости при заданном обратном поровом давлении по гелию и азоту и коэффициента абсолютной газопроницаемости горных пород.

СО может использоваться для контроля метрологических характеристик средств измерений при их испытаниях, в том числе в целях утверждения типа при соответствии метрологических характеристик требованиям программ испытаний.

Область применения: нефтедобывающая и газодобывающая промышленность, геология, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: коэффициент газопроницаемости при заданном обратном поровом давлении по азоту, мкм²; коэффициент газопроницаемости при заданном обратном поровом давлении по гелию, мкм²; коэффициент абсолютной газопроницаемости, мкм²; открытая пористость, %.

СО представляет собой формованный огнеупор на основе Al_2O_3 в виде цилиндра длиной (20–60) мм; диаметром (30 ± 1) мм. СО помещается в пластиковый или деревянный футляр с этикеткой. На образце выгравирован номер СО, индекс СО и номер экземпляра.

ГСО 12525-2024

СО СОСТАВА НИНТЕДАНИБА ЭЗИЛАТА (ГИЛС-Нинтеданиб)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли нинтеданиба эзилата в субстанции нинтеданиба эзилата, фармацевтических препаратах и материалах, в состав которых входит нинтеданиба эзилат. СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики калибровки.

Область применения: здравоохранение, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля нинтеданиба эзилата, %.

СО представляет собой субстанцию нинтеданиба эзилата, желтый порошок, расфасованный по 250 мг во флаконы из темного стекла марки ОС или ОС-1 с кримповыми крышками. Каждый флакон снабжается этикеткой и помещается в полиэтиленовый пакет.

ГСО 12526-2024

СО СОСТАВА РЕГОРАФЕНИБА МОНОГИДРАТА (ГИЛС-Регорафениб)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли регорафениба моногидрата в субстанции регорафениба моногидрата, фармацевтических препаратах и материалах, в состав которых входит регорафениба моногидрат. СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики калибровки.

Область применения: здравоохранение, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля регорафениба моногидрата, %.

СО представляет собой субстанцию регорафениба моногидрата, кристаллический порошок от белого до розоватого или коричневатого цвета, расфасованный по 200 мг во флаконы из темного стекла марки ОС или ОС-1 с кримповыми крышками. Каждый флакон снабжается этикеткой и помещается в полиэтиленовый пакет.

ГСО 12527-2024

СО СОСТАВА РИЛПИВИРИНА ГИДРОХЛОРИДА (ГИЛС-Рилпивирин)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли рилпивирин гидрохлорида в субстанции рилпивирин гидрохлорида, фармацевтических препаратах и материалах, в состав которых входит рилпивирин гидрохлорид.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики калибровки.

Область применения: здравоохранение, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля рилпивирин гидрохлорида, %.

СО представляет собой субстанцию рилпивирин гидрохлорида, белый или почти белый порошок, расфасованный по 100 мг во флаконы из темного стекла марки ОС или ОС-1 с кримповыми крышками. Каждый флакон снабжается этикеткой и помещается в полиэтиленовый пакет.

ГСО 12528-2024

СО СОСТАВА ФИНАСТЕРИДА (ГИЛС-Финастерид)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли финастерида в субстанции финастерида, фармацевтических препаратах и материалах, в состав которых входит финастерид.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики калибровки.

Область применения: здравоохранение, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля финастерида, %.

СО представляет собой субстанцию финастерида, белый или почти белый кристаллический порошок, расфасованный по 200 мг во флаконы из темного стекла марки ОС или ОС-1 с кримповыми крышками. Каждый флакон снабжается этикеткой и помещается в полиэтиленовый пакет.

ГСО 12529-2024/ГСО 12539-2024

СО СОСТАВА СВИНЦА (набор VSS3)

СО предназначены для установления и контроля стабильности градуировочных (калибровочных) характеристик средств измерений (СИ); контроля точности результатов измерений при условии соответствия метрологических и технических характеристик стандартных образцов (СО) критериям, установленным в методиках измерений и аттестации методик измерений, применяемых при определении состава свинца марок СО, С1С, С1, С2С, С2, С3, С3С (ГОСТ 3778–98) спектральными и физико-химическими методами анализа. СО могут применяться для проверки средств измерений при условии соответствия СО обязательным требованиям, установленным в методиках проверки средств измерений; калибровки средств измерений при условии соответствия СО обязательным требованиям, установленным в методиках калибровки средств измерений; испытаний СИ и СО в целях утверждения типа при условии соответствия их метрологических и технических характеристик критериям, установленным в программах испытаний СИ и СО в целях утверждения типа; для других видов метрологического контроля при соответствии метрологических характеристик СО требованиям процедур метрологического контроля.

Область применения: цветная металлургия.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля элементов, %.

Материал СО изготовлен методом плавления из свинца марки СО (ГОСТ 3778–98) с массовой долей свинца не менее 99,99 % с введением примесей в виде двойных лигатур на основе свинца. СО представляют собой цилиндры диаметром (40–50) мм, высотой (10–50) мм или стружку толщиной (0,2–0,4) мм. СО в виде

цилиндров упакованы в полиэтиленовые пакеты или коробки, снабженные этикеткой и обеспечивающие сохранность при транспортировке. На нерабочей поверхности каждого цилиндра выбит индекс СО в наборе. Стружка массой не менее 50 г расфасована в полиэтиленовые пакеты или коробки, на которые наклеены этикетки. Количество типов СО в наборе – 11.

ГСО 12540–2024

СО СОСТАВА МНОГОКОМПОНЕНТНОГО РАСТВОРА АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ (БЕНЗОЛ, ТОЛУОЛ, ЭТИЛБЕНЗОЛ, О-КСИЛОЛ, М-КСИЛОЛ, П-КСИЛОЛ) (БЛОС-ВНИИМ)

СО предназначен для хранения и передачи единиц массовой концентрации компонента от ГЭТ 208 в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений содержания органических и элементоорганических компонентов в жидких и твердых веществах и материалах; поверки, калибровки и/или установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики газовых хроматографов и других средств измерений; испытаний средств измерений, в том числе в целях утверждения типа; испытаний стандартных образцов, в том числе в целях утверждения типа; валидации, аттестации методик (методов) измерений, разработки и аттестации референтных методик измерений; контроля точности результатов измерений массовой концентрации бензола, толуола, этилбензола, о-ксилола, м-ксилола, п-ксилола в твердых, воздушных, водных средах и других объектах контроля, в т. ч. продукции химической и нефтехимической промышленности; межлабораторных сличительных (сравнительных) испытаний; других видов метрологических работ.

Область применения: нефтехимическая промышленность, охрана окружающей среды, производство химической и других типов промышленной продукции, выполнение работ по обеспечению безопасных условий и охраны труда на предприятиях основных отраслей экономики, научные исследования.

Способ аттестации – расчетно-экспериментальный.

Аттестованная характеристика СО: массовая концентрация ароматических углеводородов (бензол, толуол, этилбензол, о-ксилол, м-ксилол, п-ксилол), мг/см³.

СО представляет собой многокомпонентный раствор ароматических углеводородов (бензол, толуол, этилбензол, о-ксилол, м-ксилол, п-ксилол) в метаноле, расфасованный по (2,0 ± 0,2) см³ в ампулу из прозрачного стекла номинальным объемом 5 см³, снабженную этикеткой.

ГСО 12541–2024

СО СОСТАВА МНОГОКОМПОНЕНТНОГО РАСТВОРА АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ (БЕНЗОЛ, ТОЛУОЛ, ЭТИЛБЕНЗОЛ, О КСИЛОЛ, М-КСИЛОЛ, П-КСИЛОЛ, МЕЗИТИЛЕН, КУМОЛ, ПСЕВДОКУМОЛ) (9ЛОС-ВНИИМ)

СО предназначены для хранения и передачи единицы массовой концентрации компонента от ГЭТ 208 в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений содержания органических и элементоорганических компонентов в жидких и твердых веществах и материалах; поверки, калибровки и/или установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики газовых хроматографов и других средств измерений; испытаний средств измерений, в том числе в целях утверждения типа; испытаний стандартных образцов, в том числе в целях утверждения типа; валидации, аттестации методик (методов) измерений, разработки и аттестации референтных методик измерений; контроля точности результатов измерений массовой концентрации бензола, толуола, этилбензола, о-ксилола, м-ксилола, п-ксилола, мезитилена, кумола, псевдокумола в воздушных средах и других объектах контроля, в т. ч. продукции химической и нефтехимической промышленности; межлабораторных сличительных (сравнительных) испытаний; других видов метрологических работ.

Область применения: нефтехимическая промышленность, охрана окружающей среды, производство химической и других типов промышленной продукции, выполнение работ по обеспечению безопасных условий и охраны труда на предприятиях основных отраслей экономики, научные исследования.

Способ аттестации – расчетно-экспериментальный.

Аттестованная характеристика СО: массовая концентрация ароматических углеводородов (бензол, толуол, этилбензол, о-ксилол, м-ксилол, п-ксилол, мезитилен, кумол, псевдокумол), мг/см³.

СО представляет собой многокомпонентный раствор ароматических углеводородов (бензол, толуол, этилбензол, о-ксилола, м-ксилол п-ксилол, мезитилен, кумол, псевдокумол) в метаноле, расфасованный по (2,0 ± 0,2) см³ в ампулу из прозрачного стекла номинальным объемом 5 см³, снабженную этикеткой.

ГСО 12542–2024

СО СОСТАВА КУМОЛА (Км-ВНИИМ)

СО предназначен для хранения и передачи единицы массовой доли компонента от ГЭТ 208 в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений содержания органических и элементоорганических компонентов в жидких и твердых веществах и материалах; поверки, калибровки и/или установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики газовых хроматографов и других средств измерений; испытаний средств измерений, в том числе в целях утверждения типа; испытаний стандартных образцов, в том числе в целях утверждения типа; валидации, аттестации методик (методов) измерений, разработки и аттестации референтных методик измерений; контроля точности результатов измерений массовой доли кумола в воздушных средах и других объектах контроля, в т. ч. продукции химической и нефтехимической промышленности; межлабораторных сличительных (сравнительных) испытаний; других видов метрологических работ.

Область применения: нефтехимическая промышленность, охрана окружающей среды, производство химической и других типов промышленной продукции, выполнение работ по обеспечению безопасных условий и охраны труда на предприятиях основных отраслей экономики, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля кумола, %.

СО представляет собой чистое органическое вещество – кумол, расфасованное по (2,0 ± 0,2) см³ в ампулу из прозрачного стекла номинальным объемом 5 см³, снабженную этикеткой.

ГСО 12543–2024

СО СОСТАВА ПСЕВДОКУМОЛА (псКм-ВНИИМ)

СО предназначен для хранения и передачи единицы массовой доли компонента от ГЭТ 208 в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений содержания органических и элементоорганических компонентов в жидких и твердых веществах и материалах; поверки, калибровки и/или установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики газовых хроматографов и других средств измерений; испытаний средств измерений, в том числе в целях утверждения типа; испытаний стандартных образцов, в том числе в целях утверждения типа; валидации, аттестации методик (методов) измерений, разработки и аттестации референтных методик измерений; контроля точности результатов измерений массовой доли псевдокумола в воздушных средах и других объектах контроля, в т. ч. продукции химической и нефтехимической промышленности; межлабораторных сличительных (сравнительных) испытаний; других видов метрологических работ.

Область применения: нефтехимическая промышленность, охрана окружающей среды, производство химической и других типов промышленной продукции, выполнение работ по обеспечению

безопасных условий и охраны труда на предприятиях основных отраслей экономики, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля псевдокумола, %. СО представляет собой чистое органическое вещество – псевдокумол, расфасованное по $(2,0 \pm 0,2)$ см³ в ампулу из прозрачного стекла номинальным объемом 5 см³, снабженную этикеткой.

ГСО 12544–2024

СО СОСТАВА ДИМЕТИЛКАРБОНАТА (дМКБ–ВНИИМ)

СО предназначен для хранения и передачи единицы массовой доли компонента от ГЭТ 208 в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений содержания органических и элементоорганических компонентов в жидких и твердых веществах и материалах; поверки, калибровки и/или установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики газовых хроматографов и других средств измерений; испытаний средств измерений, в том числе в целях утверждения типа; испытаний стандартных образцов, в том числе в целях утверждения типа; валидации, аттестации методик (методов) измерений, разработки и аттестации референтных методик измерений; контроля точности результатов измерений массовой доли диметилкарбоната в воздушных средах и других объектах контроля, в т. ч. продукции химической промышленности; межлабораторных сличительных (сравнительных) испытаний; других видов метрологических работ.

Область применения: охрана окружающей среды, производство химической и других типов промышленной продукции, выполнение работ по обеспечению безопасных условий и охраны труда на предприятиях основных отраслей экономики, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля диметилкарбоната, %.

СО представляет собой чистое органическое вещество – диметилкарбонат, расфасованное по $(2,0 \pm 0,2)$ см³ в ампулы из прозрачного стекла номинальным объемом 5 см³, снабженные этикеткой.

ГСО 12545–2024

СО СОСТАВА ДИЭТИЛКАРБОНАТА (дЭКБ–ВНИИМ)

СО предназначен для хранения и передачи единицы массовой доли компонента от ГЭТ 208 в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений содержания органических и элементоорганических компонентов в жидких и твердых веществах и материалах; поверки, калибровки и/или установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики газовых хроматографов и других средств измерений; испытаний средств измерений, в том числе в целях утверждения типа; испытаний стандартных образцов, в том числе в целях утверждения типа; валидации, аттестации методик (методов) измерений, разработки и аттестации референтных методик измерений; контроля точности результатов измерений массовой доли диэтилкарбоната в воздушных средах и других объектах контроля, в т. ч. продукции химической промышленности; межлабораторных сличительных (сравнительных) испытаний; других видов метрологических работ.

Область применения: охрана окружающей среды, производство химической и других типов промышленной продукции, выполнение работ по обеспечению безопасных условий и охраны труда на предприятиях основных отраслей экономики, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля диэтилкарбоната, %.

СО представляет собой чистое органическое вещество – диэтилкарбонат, расфасованное по $(2,0 \pm 0,2)$ см³ в ампулу из прозрачного стекла номинальным объемом 5 см³, снабженную этикеткой.

ГСО 12546–2024

СО СОСТАВА ПРОПИЛЕНКАРБОНАТА (пНКБ–ВНИИМ)

СО предназначен для хранения и передачи единицы массовой доли компонента от ГЭТ 208 в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений содержания органических и элементоорганических компонентов в жидких и твердых веществах и материалах; поверки, калибровки и/или установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики газовых хроматографов и других средств измерений; испытаний средств измерений, в том числе в целях утверждения типа; испытаний стандартных образцов, в том числе в целях утверждения типа; валидации, аттестация методик (методов) измерений, разработки и аттестации референтных методик измерений; контроля точности результатов измерений массовой доли пропиленкарбоната в воздушных средах и других объектах контроля, в т. ч. продукции химической промышленности; межлабораторных сличительных (сравнительных) испытаний; других видов метрологических работ.

Область применения: охрана окружающей среды, производство химической и других типов промышленной продукции, выполнение работ по обеспечению безопасных условий и охраны труда на предприятиях основных отраслей экономики, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля пропиленкарбоната, %.

СО представляет собой чистое органическое вещество – пропиленкарбонат, расфасованное по $(2,0 \pm 0,2)$ см³ в ампулу из прозрачного стекла номинальным объемом 5 см³, снабженную этикеткой.

ГСО 12547–2024

СО СОСТАВА ЭТИЛЕНКАРБОНАТА (эНКБ–ВНИИМ)

СО предназначен для хранения и передачи единицы массовой доли компонента от ГЭТ 208 в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений содержания органических и элементоорганических компонентов в жидких и твердых веществах и материалах; поверки, калибровки и/или установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики газовых хроматографов и других средств измерений; испытаний средств измерений, в том числе в целях утверждения типа; испытаний стандартных образцов, в том числе в целях утверждения типа; валидации, аттестации методик (методов) измерений, разработки и аттестации референтных методик измерений; контроля точности результатов измерений массовой доли этиленкарбоната в воздушных средах и других объектах контроля, в т. ч. продукции химической промышленности; межлабораторных сличительных (сравнительных) испытаний; других видов метрологических работ.

Область применения: охрана окружающей среды, производство химической и других типов промышленной продукции, выполнение работ по обеспечению безопасных условий и охраны труда на предприятиях основных отраслей экономики, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля этиленкарбоната, %.

СО представляет собой чистое органическое вещество – этиленкарбонат, расфасованное по $(2,0 \pm 0,2)$ г в виалу из темного стекла номинальным объемом 4 см³, снабженную этикеткой.

ГСО 12548–2024

СО СОСТАВА ЭТИЛМЕТИЛКАРБОНАТА (эмКБ–ВНИИМ)

СО предназначен для хранения и передачи единицы массовой доли компонента от ГЭТ 208 в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений содержания органических и элементоорганических компонентов в жидких и твердых веществах и материалах; поверки, калибровки и/или установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики

газовых хроматографов и других средств измерений; испытаний средств измерений, в том числе в целях утверждения типа; испытаний стандартных образцов, в том числе в целях утверждения типа; валидации, аттестации методик (методов) измерений, разработки и аттестации референтных методик измерений; контроля точности результатов измерений массовой доли этилметилкарбоната в воздушных средах и других объектах контроля, в т. ч. продукции химической промышленности; межлабораторных сличительных (сравнительных) испытаний и других видов метрологических работ.

Область применения: охрана окружающей среды, производство химической и других типов промышленной продукции, выполнение работ по обеспечению безопасных условий и охраны труда на предприятиях основных отраслей экономики, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля этилметилкарбоната, %.

СО представляет собой чистое органическое вещество – этилметилкарбонат, расфасованное по $(2,0 \pm 0,2)$ см³ в ампулу из прозрачного стекла номинальным объемом 5 см³, снабженную этикеткой.

ГСО 12549-2024

СО СОСТАВА БЕТАМЕТАЗОНА ДИПРОПИОНАТА (ГИЛС – Бетаметазона дипропионат)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли основного вещества в субстанции бетаметазона дипропионата, фармацевтических препаратах и материалах, в состав которых входит бетаметазона дипропионат.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики калибровки.

Область применения: здравоохранение, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля бетаметазона дипропионата, %.

СО представляет собой субстанцию бетаметазона дипропионата, белый или почти белый кристаллический порошок, расфасованный по 250 мг во флаконы темного стекла марки ОС или ОС-1 с кримповыми крышками. Каждый флакон снабжается этикеткой и помещается в полиэтиленовый пакет.

ГСО 12550-2024

СО СОСТАВА ГИДРОКСИЗИНА ГИДРОХЛОРИДА (ГИЛС – Гидроксизина гидрохлорид)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли основного вещества в субстанции гидроксизина гидрохлорида, фармацевтических препаратах и материалах, в состав которых входит гидроксизина гидрохлорид.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики калибровки.

Область применения: здравоохранение, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля гидроксизина гидрохлорида, %.

СО представляет собой субстанцию гидроксизина гидрохлорида, белый или почти белый кристаллический порошок, расфасованный по 500 мг во флаконы темного стекла марки ОС или ОС-1 с кримповыми крышками. Каждый флакон снабжается этикеткой и помещается в полиэтиленовый пакет.

ГСО 12551-2024

СО СОСТАВА ДИДАНОЗИНА (ГИЛС – Диданозин)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли основного вещества в субстанции диданозина, фармацевтических препаратах и материалах, в состав которых входит диданозин.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики калибровки.

Область применения: здравоохранение, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля диданозина, %.

СО представляет собой субстанцию диданозина, белый или почти белый кристаллический порошок, расфасованный по 200 мг во флаконы темного стекла марки ОС или ОС-1 с кримповыми крышками. Каждый флакон снабжается этикеткой и помещается в полиэтиленовый пакет.

ГСО 12552-2024

СО СОСТАВА ДОКСАЗОЗИНА МЕЗИЛАТА (ГИЛС – Доксазозина мезилат)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли основного вещества в субстанции доксазозина мезилата, фармацевтических препаратах и материалах, в состав которых входит доксазозина мезилат. СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики калибровки.

Область применения: здравоохранение, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля доксазозина мезилата, %.

СО представляет собой субстанцию доксазозина мезилата, белый или почти белый кристаллический порошок, расфасованный по 200 мг во флаконы темного стекла марки ОС или ОС-1 с кримповыми крышками. Каждый флакон снабжается этикеткой и помещается в полиэтиленовый пакет.

ГСО 12553-2024

СО СОСТАВА ЛАПАТИНИБА ДИТОЗИЛАТА (В ФОРМЕ МОНОГИДАТА) (ГИЛС – Лапатиниба дитозилат)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли лапатиниба дитозилата в субстанции лапатиниба дитозилата моногидрата, фармацевтических препаратах и материалах, в состав которых входит лапатиниба дитозилат.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений

при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики калибровки.

Область применения: здравоохранение, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля лапатиниба дитозилата, %.

СО представляет собой субстанцию лапатиниба дитозилата моногидрата, от желтого до зеленого с желтоватым оттенком кристаллический порошок, расфасованный по 250 мг во флаконы темного стекла марки ОС или ОС-1 с кримповыми крышками. Каждый флакон снабжается этикеткой и помещается в полиэтиленовый пакет.

ГСО 12554–2024

СО СОСТАВА ПИПОФЕЗИНА ДИГИДРОХЛОРИДА (В ФОРМЕ МОНОГИДРАТА) (ГИЛС – Пипофезина дигидрохлорид)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли пипофезина дигидрохлорида в субстанции пипофезина дигидрохлорида моногидрата, фармацевтических препаратах и материалах, в состав которых входит пипофезина дигидрохлорид.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики калибровки.

Область применения: здравоохранение, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля пипофезина дигидрохлорида, %.

СО представляет собой субстанцию пипофезина дигидрохлорида моногидрата, желтовато-зеленоватого цвета кристаллический порошок, расфасованный по 200 мг во флаконы темного стекла марки ОС или ОС-1 с кримповыми крышками. Каждый флакон снабжается этикеткой и помещается в полиэтиленовый пакет.

ГСО 12555–2024

СО СОСТАВА РИБОФЛАВИНА (ГИЛС – Рибофлавин)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли основного вещества в субстанции рибофлавина, фармацевтических препаратах и материалах, в состав которых входит рибофлавин.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики калибровки.

Область применения: здравоохранение, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля рибофлавина, %. СО представляет собой субстанцию рибофлавина желтый или оранжево-желтый кристаллический порошок, расфасованный по 500 мг во флаконы темного стекла марки ОС или ОС-1 с кримповыми крышками. Каждый флакон снабжается этикеткой и помещается в полиэтиленовый пакет.

ГСО 12556–2024

СО СОСТАВА СОЛИФЕНАЦИНА СУКЦИНАТА (ГИЛС – Солифенацина сукцинат)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли основного вещества в субстанции солифенацина сукцината, фармацевтических препаратах и материалах, в состав которых входит солифенацина сукцинат. СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики калибровки.

Область применения: здравоохранение, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля солифенацина сукцината, %.

СО представляет собой субстанцию солифенацина сукцината, белый или светло-желтый порошок, расфасованный по 5 мг во флаконы темного стекла марки ОС или ОС-1 с кримповыми крышками. Каждый флакон снабжается этикеткой и помещается в полиэтиленовый пакет.

ГСО 12557–2024

СО СОСТАВА ХЛОРАМБУЦИЛА (ГИЛС – Хлорамбуцил)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли основного вещества в субстанции хлорамбуцила, фармацевтических препаратах и материалах, в состав которых входит хлорамбуцил.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики калибровки.

Область применения: здравоохранение, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля хлорамбуцила, %. СО представляет собой субстанцию хлорамбуцила, белый или почти белый кристаллический порошок, расфасованный по 125 мг во флаконы темного стекла марки ОС или ОС-1 с кримповыми крышками. Каждый флакон снабжается этикеткой и помещается в полиэтиленовый пакет.

ГСО 12558–2024

СО СОСТАВА ЦЕФАЛЕКСИНА МОНОГИДРАТА (ГИЛС – Цефалексина моногидрат)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли цефалексина в субстанции цефалексина моногидрата, фармацевтических препаратах и материалах, в состав которых входит цефалексин.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики калибровки.

Область применения: здравоохранение, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля цефалексина, %.

СО представляет собой субстанцию цефалексина моногидрата, белый или белый со слегка желтоватым оттенком кристаллический порошок, расфасованный по 200 мг во флаконы темного стекла марки ОС или ОС-1 с кримповыми крышками. Каждый флакон снабжается этикеткой и помещается в полиэтиленовый пакет.

ГСО 12559-2024

СО СОСТАВА ЦИНАКАЛЬЦЕТА ГИДРОХЛОРИДА (ГИЛС – Цинакальцета гидрохлорид)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли основного вещества в субстанции цинакальцета гидрохлорида, фармацевтических препаратах и материалах, в состав которых входит цинакальцета гидрохлорид.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики калибровки.

Область применения: здравоохранение, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля цинакальцета гидрохлорида, %.

СО представляет собой субстанцию цинакальцета гидрохлорида, белый или почти белый кристаллический порошок, расфасованный по 250 мг во флаконы темного стекла марки ОС или ОС-1 с кримповыми крышками. Каждый флакон снабжается этикеткой и помещается в полиэтиленовый пакет.

ГСО 12560-2024

СО СОСТАВА ЦИТАРАБИНА (ГИЛС – Цитарабин)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли основного вещества в субстанции цитарабина, фармацевтических препаратах и материалах, в состав которых входит цитарабин.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики калибровки.

Область применения: здравоохранение, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля цитарабина, %. СО представляет собой субстанцию цитарабина, белый или почти белый кристаллический порошок, расфасованный по 250 мг во флаконы темного стекла марки ОС или ОС-1 с кримповыми крышками. Каждый флакон снабжается этикеткой и помещается в полиэтиленовый пакет.

ГСО 12561-2024

СО СОСТАВА ЯНТАРНОЙ КИСЛОТЫ (ГИЛС – Янтарная кислота)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли основного вещества в субстанции янтарной кислоты, фармацевтических препаратах и материалах, в состав которых входит янтарная кислота.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений

при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики калибровки.

Область применения: здравоохранение, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля янтарной кислоты, %. СО представляет собой субстанцию янтарной кислоты, белый кристаллический порошок или прозрачные бесцветные кристаллы, расфасованные по 100 мг во флаконы темного стекла марки ОС или ОС-1 с кримповыми крышками. Каждый флакон снабжается этикеткой и помещается в полиэтиленовый пакет.

ГСО 12562-2024

СО СОСТАВА РАСТВОРА ИОНОВ ЦЕРИЯ (III)

СО предназначен для аттестации методик измерений и контроля точности результатов измерений концентрации ионов церия (III) в водных растворах, в том числе получаемых после подготовки проб к измерениям, методами титриметрического, фотометрического, атомно-эмиссионного и масс-спектрального анализов при условии соответствия его метрологических и технических характеристик критериям, установленным в методиках измерений.

СО может быть использован для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при условии соответствия требованиям методики измерений; поверки средств измерений при условии их соответствия обязательным требованиям, установленным в методиках поверки средств измерений; калибровки средств измерений при условии соответствия их метрологических и технических характеристик критериям, установленным в методиках калибровки средств измерений.

Область применения: металлургия, научные исследования, испытания и контроль качества продукции.

Способ аттестации – расчетно-экспериментальный.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля ионов церия (III), %о (г/кг).

Материал СО представляет собой раствор ионов церия (III), полученный растворением церия (III) азотнокислого в 1 М растворе азотной кислоты. Материал объемом 6 см³ помещен в запаянную стеклянную ампулу вместимостью 8 см³ из стекла НС-1 по ТУ 64-2-5-90. На ампулу наклеена этикетка.

ГСО 12563-2024/ГСО 12565-2024

СО МАССОВОЙ ДОЛИ ОБЩЕЙ РТУТИ В ПОЧВАХ (набор СО Hg-P)

СО предназначены для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли общей ртути в почвах методом атомно-абсорбционной спектрометрии, калибровки анализаторов ртути различных типов при соответствии метрологических характеристик стандартных образцов требованиям методики калибровки; установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики при соответствии метрологических характеристик стандартных образцов требованиям методики измерений; валидации методик измерений.

Область применения: пищевая промышленность, федеральный государственный метрологический надзор, санэпиднадзор, сельское хозяйство, научные исследования.

Способ аттестации – применение аттестованных методик измерений.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля общей ртути, млн⁻¹ (мг/кг).

Материалы СО представляют собой мелкодисперсные светло-коричневые порошки почв. СО расфасованы по 5 г в герметично закрывающиеся полиэтиленовые пакеты или в пробирки из полипропилена с защелкивающимися колпачками, с этикеткой. В наборе 3 типа СО.

ГСО 12566–2024**СО СОСТАВА ГЕНТАМИЦИНА СУЛЬФАТА (ГИЛС – Гентамицина сульфат)**

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли смеси сульфатов гентамицинов (C1, C1a, C2a, C2b, C2) в субстанции гентамицина сульфата, фармацевтических препаратах и материалах, в состав которых входит гентамицина сульфат.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики калибровки.

Область применения: здравоохранение, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля смеси сульфатов гентамицинов (C1, C1a, C2a, C2b, C2), %.

СО представляет собой субстанцию гентамицина сульфата – смесь сульфатов гентамицина C1, гентамицина C1a, гентамицина C2a, гентамицина C2b и гентамицина C2, белый или почти белый порошок, расфасованный по 200 мг во флаконы темного стекла марки ОС или ОС-1 с кримповыми крышками. Каждый флакон снабжается этикеткой и помещается в полиэтиленовый пакет.

ГСО 12567–2024**СО СОСТАВА ЙОВЕРСОЛА (ГИЛС – Йоверсол)**

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли основного вещества в субстанции йоверсола, фармацевтических препаратах и материалах, в состав которых входит йоверсол.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики калибровки.

Область применения: здравоохранение, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля йоверсола, %.

СО представляет собой субстанцию йоверсола, белый или почти белый кристаллический порошок, расфасованный по 200 мг во флаконы темного стекла марки ОС или ОС-1 с кримповыми крышками. Каждый флакон снабжается этикеткой и помещается в полиэтиленовый пакет.

ГСО 12568–2024**СО СОСТАВА МИТОТАНА (ГИЛС – Митотан)**

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли основного вещества в субстанции митотана, фармацевтических препаратах и материалах, в состав которых входит митотан.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики калибровки.

Область применения: здравоохранение, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля митотана, %. СО представляет собой субстанцию митотана, белый или почти белый кристаллический порошок, расфасованный по 500 мг во флаконы темного стекла марки ОС или ОС-1 с кримповыми крышками. Каждый флакон снабжается этикеткой и помещается в полиэтиленовый пакет.

ГСО 12569–2024**СО МАССОВОЙ ДОЛИ ВОДЫ В ОРГАНИЧЕСКОЙ ЖИДКОСТИ (ВФ-01-СХ)**

СО предназначен для аттестации методик измерений и контроля точности результатов измерений массовой доли воды в нефти и нефтепродуктах методами потенциометрического и кулонометрического титрования.

СО может быть использован для контроля метрологических характеристик средств измерений при проведении их испытаний, в том числе в целях утверждения типа, при условии его соответствия обязательным требованиям, установленным в программах испытаний; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методик калибровки; поверки средств измерений при условии соответствия стандартного образца обязательным требованиям, установленным в методиках поверки средств измерений.

Область применения: нефтехимическая и нефтеперерабатывающая промышленность.

Способ аттестации – расчетно-экспериментальный.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля воды, млн^{-1} , %. СО представляет собой смесь воды с органической жидкостью, расфасованную в стеклянные ампулы или стеклянные или полимерные флаконы, снабженные полиэтиленовыми пробками, завинчивающимися крышками и этикетками. Объем материала в ампуле или флаконе составляет не менее 3 см^3 .

ГСО 12570–2024**СО МАССОВОЙ ДОЛИ ВОДЫ В ОРГАНИЧЕСКОЙ ЖИДКОСТИ (ВФ-02-СХ)**

СО предназначен для аттестации методик измерений и контроля точности результатов измерений массовой доли воды в нефти и нефтепродуктах методами потенциометрического и кулонометрического титрования.

СО может быть использован для контроля метрологических характеристик средств измерений при проведении их испытаний, в том числе в целях утверждения типа, при условии его соответствия обязательным требованиям, установленным в программах испытаний; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методик калибровки; поверки средств измерений при условии соответствия стандартного образца обязательным требованиям, установленным в методиках поверки средств измерений.

Область применения: нефтехимическая и нефтеперерабатывающая промышленность.

Способ аттестации – расчетно-экспериментальный.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля воды, млн^{-1} , %. СО представляет собой смесь воды с органической жидкостью, расфасованную в стеклянные ампулы или стеклянные или полимерные флаконы, снабженные полиэтиленовыми пробками, завинчивающимися крышками и этикетками. Объем материала в ампуле или флаконе составляет не менее 3 см^3 .

ГСО 12571–2024**СО МАССОВОЙ ДОЛИ ВОДЫ В ОРГАНИЧЕСКОЙ ЖИДКОСТИ (ВФ-03-СХ)**

СО предназначен для аттестации методик измерений и контроля точности результатов измерений массовой доли воды в нефти и нефтепродуктах методами потенциометрического и кулонометрического титрования.

СО может быть использован для контроля метрологических характеристик средств измерений при проведении их испытаний, в том

числе в целях утверждения типа, при условии его соответствия обязательным требованиям, установленным в программах испытаний; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методик калибровки; поверки средств измерений при условии соответствия стандартного образца обязательным требованиям, установленным в методиках поверки средств измерений.

Область применения: нефтехимическая и нефтеперерабатывающая промышленность.

Способ аттестации – расчетно-экспериментальный.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля воды, млн⁻¹, %. СО представляет собой смесь воды с органической жидкостью, расфасованную в стеклянные ампулы или стеклянные или полимерные флаконы, снабженные полиэтиленовыми пробками, завинчивающимися крышками и этикетками. Объем материала в ампуле или флаконе составляет не менее 3 см³.

ГСО 12572-2024

СО МАССОВОЙ ДОЛИ ВОДЫ В ОРГАНИЧЕСКОЙ ЖИДКОСТИ (ВФ-04-СХ)

СО предназначен для аттестации методик измерений и контроля точности результатов измерений массовой доли воды в нефти и нефтепродуктах методами потенциометрического и кулонометрического титрования.

СО может быть использован для контроля метрологических характеристик средств измерений при проведении их испытаний, в том числе в целях утверждения типа, при условии его соответствия обязательным требованиям, установленным в программах испытаний; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методик калибровки; поверки средств измерений при условии соответствия стандартного образца обязательным требованиям, установленным в методиках поверки средств измерений.

Область применения: нефтехимическая и нефтеперерабатывающая промышленность.

Способ аттестации – расчетно-экспериментальный.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля воды, млн⁻¹, %. СО представляет собой смесь воды с органической жидкостью, расфасованную в стеклянные ампулы или стеклянные или полимерные флаконы, снабженные полиэтиленовыми пробками, завинчивающимися крышками и этикетками. Объем материала в ампуле или флаконе составляет не менее 3 см³.

ГСО 12573-2024

СО УДЕЛЬНОГО ПОВЕРХНОСТНОГО (СЛОЕВОГО) ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ КРЕМНИЯ МОНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО (СО УНИИМ УПЭС 2000-2400)

СО предназначен для поверки средств измерений при условии соответствия обязательным требованиям, установленным в поверочных схемах и методиках аттестации эталонов единиц величин или методиках поверки средств измерений; калибровки средств измерений удельного поверхностного (слоевого) электрического сопротивления (УПЭС) при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики калибровки; контроля метрологических характеристик средств измерений при их испытаниях, в том числе в целях утверждения типа; контроля точности результатов измерений и аттестация методик измерений УПЭС четырехзондовым методом и другими методами неразрушающего контроля.

Область применения: электротехника, производство и применение полупроводников.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: удельное поверхностное (слоевое) электрическое сопротивление, Ом.

СО представляет собой пластину из кремния монокристаллического по ГОСТ 19658-81 диаметром (50-80) мм и толщиной (500-900) мкм.

Допускается неровность краев пластины, в том числе наличие скоса, не затрагивающего центральную область образца, диаметром 30 мм. Аттестованное значение удельного поверхностного (слоевого) электрического сопротивления (УПЭС) воспроизводится в центральной области пластины диаметром (15 ± 2) мм. Экземпляр СО упакован в пластиковый контейнер с этикеткой.

ГСО 12574-2024

СО СОСТАВА НИКОТИНОВОЙ КИСЛОТЫ (МЗ3-151)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации, валидации методик измерений массовой доли никотиновой кислоты в материалах, лекарственных средствах, продуктах питания и пищевом сырье.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при условии соответствия требованиям методики калибровки; характеристики стандартных образцов, материалов.

Область применения: фармацевтическая промышленность, здравоохранение, пищевая промышленность, ветеринарная промышленность, охрана окружающей среды, судебно-медицинская экспертиза, судебная экспертиза, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля никотиновой кислоты, %. СО представляет собой субстанцию никотиновой кислоты, белый или почти белый кристаллический порошок, расфасованный массой от 100 до 500 мг во флаконы из стекла объемом 10 см³ с обжимными колпачками, помещенные в зиплок-пакет. Флакон и зиплок-пакет снабжены этикетками.

ГСО 12575-2024

СО СОСТАВА УГЛЯ КАМЕННОГО МАРКИ Д (СО-49)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений состава угля каменного марки Д (ГОСТ Р 70207-2022) и других близких по составу объектов (лигнитов, бурых и каменных углей, горючих сланцев, продуктов обогащения и переработки угля, брикетов, торфа, породных прослоек, сопровождающих пласты угля).

СО может применяться для установления и контроля стабильности калибровочной (градуировочной) характеристики при соответствии метрологических и технических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений.

Область применения: геология, угольная промышленность, охрана окружающей среды.

Способ аттестации – межлабораторный эксперимент.

Аттестованная характеристика СО: зольность, %; массовая доля серы общей, %; массовая доля фосфора, %; выход летучих веществ, %. Материал СО изготовлен из угля каменного марки Д (ГОСТ Р 70207-2022). СО представляет собой порошок с крупностью частиц не более 0,2 мм, расфасованный по 80 г в герметично закрытые полиэтиленовые флаконы, на которые наклеены этикетки.

ГСО 12576-2024

СО СОСТАВА И СВОЙСТВ УГЛЯ КАМЕННОГО МАРКИ Т (СО-54)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений состава и свойств угля каменного марки Т (ГОСТ Р 70207-2022) и других близких по составу объектов (лигнитов, бурых и каменных углей, антрацитов, горючих сланцев, продуктов обогащения и переработки угля, брикетов, кокса, полукокса, термоантрацитов, торфа, породных прослоек, сопровождающих пласты угля).

СО может применяться для установления и контроля стабильности калибровочной (градуировочной) характеристики при соответствии метрологических и технических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений.

Область применения: геология, угольная промышленность, охрана окружающей среды.

Способ аттестации – межлабораторный эксперимент.

Аттестованная характеристика СО: зольность, %; массовая доля серы общей, %; выход летучих веществ, %; массовая доля фосфора, %; высшая теплота сгорания, МДж/кг, ккал/кг; действительная плотность, г/см³.

Материал СО изготовлен из угля каменного марки Т (ГОСТ Р 70207–2022). СО представляет собой порошок с крупностью частиц не более 0,2 мм, расфасованный по 80 г в герметично закрывающиеся полиэтиленовые флаконы, на которые наклеены этикетки.

ГСО 12577–2024

СО СОСТАВА И СВОЙСТВ УГЛЯ КАМЕННОГО МАРКИ Т (СО-55)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений состава и свойств угля каменного марки Т (ГОСТ Р 70207–2022) и других близких по составу объектов (лигнитов, бурых и каменных углей, антрацитов, горючих сланцев, продуктов обогащения и переработки угля, брикетов, кокса, полукокса, термоантрацитов, торфа, породных прослоек, сопровождающих пласты угля).

СО может применяться для установления и контроля стабильности калибровочной (градуировочной) характеристики при соответствии метрологических и технических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений.

Область применения: геология, угольная промышленность, охрана окружающей среды.

Способ аттестации – межлабораторный эксперимент.

Аттестованная характеристика СО: зольность, %; массовая доля серы общей, %; высшая теплота сгорания, МДж/кг, ккал/кг; действительная плотность, г/см³.

Материал СО изготовлен из угля каменного марки Т (ГОСТ Р 70207–2022). СО представляет собой порошок с крупностью частиц не более 0,2 мм, расфасованный по 80 г в герметично закрывающиеся полиэтиленовые флаконы, на которые наклеены этикетки.

ГСО 12578–2024

СО СОСТАВА УГЛЯ КАМЕННОГО МАРКИ А (СО-56)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений состава угля каменного марки А (ГОСТ Р 70207–2022) и других близких по составу объектов (каменных углей, горючих сланцев, продуктов обогащения и переработки угля, брикетов, кокса, полукокса, термоантрацитов, торфа, породных прослоек, сопровождающих пласты угля).

СО может применяться для установления и контроля стабильности калибровочной (градуировочной) характеристики при соответствии метрологических и технических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений.

Область применения: геология, угольная промышленность, охрана окружающей среды.

Способ аттестации – межлабораторный эксперимент.

Аттестованная характеристика СО: зольность, %; массовая доля серы общей, %; массовая доля фосфора, %.

Материал СО изготовлен из угля каменного марки А (ГОСТ Р 70207–2022). СО представляет собой порошок с крупностью частиц не более 0,2 мм, расфасованный по 80 г в герметично закрывающиеся полиэтиленовые флаконы, на которые наклеены этикетки.

ГСО 12579–2024

СО СОСТАВА ЗОЛОТА ЛИГАТУРНОГО (СО 3л77)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений массовой доли золота, серебра в золоте лигатурном гравиметрическим методом с предварительным пробирным концентрированием; аттестации методик измерений, применяемых при определении состава золота лигатурного гравиметрическим методом с предварительным пробирным концентрированием.

СО может быть использован для других видов метрологического контроля при соответствии метрологических характеристик СО требованиям процедур метрологического контроля.

Область применения: цветная металлургия.

Способ аттестации – межлабораторный эксперимент.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля золота, %; массовая доля серебра, %.

Материал СО представляет собой сплав золота, серебра и меди. Материал СО изготовлен в виде стружки крупностью не более 1 мм, расфасованной по 10 г в полиэтиленовые банки с закручивающимися крышками и этикеткой.

ГСО 12580–2024

СО СОСТАВА ЗОЛОТА ЛИГАТУРНОГО (СО 3л82)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений массовой доли золота, серебра в золоте лигатурном гравиметрическим методом с предварительным пробирным концентрированием; аттестации методик измерений, применяемых при определении состава золота лигатурного гравиметрическим методом с предварительным пробирным концентрированием.

СО может быть использован для других видов метрологического контроля при соответствии метрологических характеристик СО требованиям процедур метрологического контроля.

Область применения: цветная металлургия.

Способ аттестации – межлабораторный эксперимент.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля золота, %; массовая доля серебра, %.

Материал СО представляет собой сплав золота, серебра и меди. Материал СО изготовлен в виде стружки крупностью не более 1 мм, расфасованной по 10 г в полиэтиленовые банки с закручивающимися крышками и этикеткой.

ГСО 12581–2024

СО СОСТАВА D, L-ХЛОРАМФЕНИКОЛА (МЭЗ-175)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации, валидации методик измерений массовой доли D, L-хлорамфеникола в материалах и лекарственных средствах.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при условии соответствия требованиям методики калибровки; характеристика стандартных образцов, материалов.

Область применения: фармацевтическая промышленность, здравоохранение, ветеринарная промышленность, охрана окружающей среды, судебно-медицинская экспертиза, судебная экспертиза, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля D, L-хлорамфеникола, %.

СО представляет собой субстанцию D, L-хлорамфеникола, белый или белый с зеленовато-желтым оттенком кристаллический порошок, расфасованный массой от 100 до 500 мг во флаконы из стекла объемом 10 см³ с обжимными колпачками, помещенные в зиплок-пакет. Флакон и зиплок-пакет снабжены этикетками.

ГСО 12582–2024

СО СОСТАВА АЗАТИОПИРИНА (ГИЛС-Азатиоприн)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли азатиоприна в субстанции азатиоприна, фармацевтических препаратах и материалах, в состав которых входит азатиоприн.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений

при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики калибровки.

Область применения: здравоохранение, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля азатиоприна, %. СО представляет собой субстанцию азатиоприна, светло-желтый кристаллический порошок, расфасованный по 200 мг во флаконы из темного стекла марки ОС или ОС-1 с кримповыми крышками. Каждый флакон снабжается этикеткой и помещается в полиэтиленовый пакет.

ГСО 12583–2024

СО СОСТАВА ВЕЛПАТАСВИРА (ГИЛС-Велпатасвир)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли велпатасвира в субстанции велпатасвира, фармацевтических препаратах и материалах, в состав которых входит велпатасвир.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики калибровки.

Область применения: здравоохранение, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля велпатасвира, %. СО представляет собой субстанцию велпатасвира, порошок от белого до желтого цвета, расфасованный по 100 мг во флаконы из темного стекла марки ОС или ОС-1 с кримповыми крышками. Каждый флакон снабжается этикеткой и помещается в полиэтиленовый пакет.

ГСО 12584–2024

СО СОСТАВА ИБРУТИНИБА (ГИЛС-Ибрутиниб)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли ибрутиниба в субстанции ибрутиниба, фармацевтических препаратах и материалах, в состав которых входит ибрутиниб.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики калибровки.

Область применения: здравоохранение, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля ибрутиниба, %. СО представляет собой субстанцию ибрутиниба, белый или почти белый порошок, расфасованный по 150 мг во флаконы из темного стекла марки ОС или ОС-1 с кримповыми крышками. Каждый флакон снабжается этикеткой и помещается в полиэтиленовый пакет.

ГСО 12585–2024

СО СОСТАВА КАНАМИЦИНА МОНОСУЛЬФАТА (ГИЛС-Канамицин)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли канамицина моносульфата в субстанции канамицина моносульфата, фармацевтических

препаратах и материалах, в состав которых входит канамицина моносульфат.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики калибровки.

Область применения: здравоохранение, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля канамицина моносульфата, %.

СО представляет собой субстанцию канамицина моносульфата, белый или почти белый порошок, расфасованный по 200 мг во флаконы из темного стекла марки ОС или ОС-1 с кримповыми крышками. Каждый флакон снабжается этикеткой и помещается в полиэтиленовый пакет.

ГСО 12586–2024

СО СОСТАВА ЛОМУСТИНА (ГИЛС-Ломустин)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли ломустина в субстанции ломустина, фармацевтических препаратах и материалах, в состав которых входит ломустин.

СО используется для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики калибровки.

Область применения: здравоохранение, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля ломустина, %.

СО представляет собой субстанцию ломустина, желтый кристаллический порошок, расфасованный по 250 мг во флаконы из темного стекла марки ОС или ОС-1 с кримповыми крышками. Каждый флакон снабжается этикеткой и помещается в полиэтиленовый пакет.

ГСО 12587–2024

СО СОСТАВА ОЛАПАРИБА (ГИЛС-Олапариб)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли олапариба в субстанции олапариба, фармацевтических препаратах и материалах, в состав которых входит олапариб.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики калибровки.

Область применения: здравоохранение, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля олапариба, %. СО представляет собой субстанцию олапариба, белый или почти белый кристаллический порошок, расфасованный по 100 мг во флаконы из темного стекла марки ОС или ОС-1 с кримповыми крышками. Каждый флакон снабжается этикеткой и помещается в полиэтиленовый пакет.

ГСО 12588–2024**СО СОСТАВА ПАЛБОЦИКЛИБА (ГИЛС-Палбоциклиб)**

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли палбоциклиба в субстанции палбоциклиба, фармацевтических препаратах и материалах, в состав которых входит палбоциклиб.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики калибровки.

Область применения: здравоохранение, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля палбоциклиба, %. СО представляет собой субстанцию палбоциклиба, кристаллический порошок от желтого до оранжевого цвета, расфасованный по 100 мг во флаконы из темного стекла марки ОС или ОС-1 с кримповыми крышками. Каждый флакон снабжается этикеткой и помещается в полиэтиленовый пакет.

ГСО 12589–2024**СО СОСТАВА ПИРИБЕДИЛА (ГИЛС-Пирибедил)**

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли пирибедила в субстанции пирибедила, фармацевтических препаратах и материалах, в состав которых входит пирибедил.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики калибровки.

Область применения: здравоохранение, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля пирибедила, %. СО представляет собой субстанцию пирибедила, белый или почти белый кристаллический порошок, расфасованный по 100 мг во флаконы из темного стекла марки ОС или ОС-1 с кримповыми крышками. Каждый флакон снабжается этикеткой и помещается в полиэтиленовый пакет.

ГСО 12590–2024**СО СОСТАВА СПАРФЛОКСАЦИНА (ГИЛС-Спарфлоксацин)**

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли спарфлоксацина в субстанции спарфлоксацина, фармацевтических препаратах и материалах, в состав которых входит спарфлоксацин.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики калибровки.

Область применения: здравоохранение, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля спарфлоксацина, %. СО представляет собой субстанцию спарфлоксацина, кристаллический порошок от светло-желтого до желтого цвета, расфасованный

по 200 мг во флаконы из темного стекла марки ОС или ОС-1 с кримповыми крышками. Каждый флакон снабжается этикеткой и помещается в полиэтиленовый пакет.

ГСО 12591–2024**СО СОСТАВА ТАЗОБАКТАМА (ГИЛС-Тазобактам)**

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли тазобактама в субстанции тазобактама, фармацевтических препаратах и материалах, в состав которых входит тазобактам.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики калибровки.

Область применения: здравоохранение, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля тазобактама, %. СО представляет собой субстанцию тазобактама, белый или почти белый порошок, расфасованный по 250 мг во флаконы из темного стекла марки ОС или ОС-1 с кримповыми крышками. Каждый флакон снабжается этикеткой и помещается в полиэтиленовый пакет.

ГСО 12592–2024**СО МАССОВОЙ ДОЛИ ФТАЛАТОВ В ПОЛИВИНИЛХЛОРИДЕ (ФТ-М1-ВНИИМ)**

СО предназначен для валидации, аттестации методик измерений массовой доли фталатов в полимерных материалах на основе ПВХ; оценки пригодности методик (методов) измерений; контроля точности результатов измерений массовой доли фталатов в полимерных материалах на основе ПВХ; межлабораторных сличительных испытаний; других видов метрологических работ.

Область применения: производство полимерных материалов, охрана окружающей среды, научные исследования.

Способ аттестации – применение аттестованных методик измерений.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля индивидуальных фталатов, %о (мг/г).

СО представляет собой гранулы из ПВХ материала, расфасованные по (2,0 ± 0,1) г во флаконы из прозрачного стекла с герметичными крышками номинальным объемом 10 см³, снабженные этикетками.

ГСО 12593–2024**СО СОСТАВА ЛЕНАЛИДОМИДА (ГИЛС – Леналидомид)**

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли основного вещества в субстанции леналидомида, фармацевтических препаратах и материалах, в состав которых входит леналидомид.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики калибровки.

Область применения: здравоохранение, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля леналидомида, %. СО представляет собой субстанцию леналидомида, кристаллический порошок от белого до светло-желтого цвета, расфасованный по 100 мг во флаконы темного стекла марки ОС или ОС-1

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля энзалутамида, %. СО представляет собой субстанцию энзалутамида, белый или почти белый кристаллический порошок, расфасованный по 100 мг во флаконы темного стекла марки ОС или ОС-1 с кримповыми крышками. Каждый флакон снабжается этикеткой и помещается в полиэтиленовый пакет.

ГСО 12600-2024

СО СОСТАВА КЛОМИФЕНА ЦИТРАТА (ГИЛС – Кломифена цитрат)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли основного вещества в субстанции кломифена цитрата, фармацевтических препаратах и материалах, в состав которых входит кломифена цитрат.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики калибровки.

Область применения: здравоохранение, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля кломифена цитрата, %.

СО представляет собой субстанцию кломифена цитрата, кристаллический порошок белого или бледно-желтого цвета, расфасованный по 500 мг во флаконы темного стекла марки ОС или ОС-1 с кримповыми крышками. Каждый флакон снабжается этикеткой и помещается в полиэтиленовый пакет.

ГСО 12601-2024

СО СОСТАВА МЕЛФАЛАНА ГИДРОХЛОРИДА (ГИЛС – Мелфалана гидрохлорид)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли основного вещества в субстанции мелфалана гидрохлорида, фармацевтических препаратах и материалах, в состав которых входит мелфалана гидрохлорид.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики калибровки.

Область применения: здравоохранение, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля мелфалана гидрохлорида, %.

СО представляет собой субстанцию мелфалана гидрохлорида, белый или почти белый порошок, расфасованный по 200 мг во флаконы темного стекла марки ОС или ОС-1 с кримповыми крышками. Каждый флакон снабжается этикеткой и помещается в полиэтиленовый пакет.

ГСО 12602-2024

СО СОСТАВА МИТОКСАНТРОНА ГИДРОХЛОРИДА (ГИЛС – Митоксантрон гидрохлорид)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли основного вещества

в субстанции митоксантрона гидрохлорида, фармацевтических препаратах и материалах, в состав которых входит митоксантрон гидрохлорид.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики калибровки.

Область применения: здравоохранение, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля митоксантрона гидрохлорида, %.

СО представляет собой субстанцию митоксантрона гидрохлорида, порошок черно-синего цвета, расфасованный по 100 мг во флаконы темного стекла марки ОС или ОС-1 с кримповыми крышками. Каждый флакон снабжается этикеткой и помещается в полиэтиленовый пакет.

ГСО 12603-2024

СО СОСТАВА ПРОТИОНАМИДА (ГИЛС – Протионамид)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли основного вещества в субстанции протионамида, фармацевтических препаратах и материалах, в состав которых входит протионамид.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики калибровки.

Область применения: здравоохранение, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля протионамида, %.

СО представляет собой субстанцию протионамида, желтый кристаллический порошок, расфасованный по 500 мг во флаконы темного стекла марки ОС или ОС-1 с кримповыми крышками. Каждый флакон снабжается этикеткой и помещается в полиэтиленовый пакет.

ГСО 12604-2024

СО СОСТАВА РЕПАГЛИНИДА (ГИЛС – Репаглинид)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли основного вещества в субстанции репаглинида, фармацевтических препаратах и материалах, в состав которых входит репаглинид.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики калибровки.

Область применения: здравоохранение, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля репаглинида, %. СО представляет собой субстанцию репаглинида, белый или почти белый кристаллический порошок, расфасованный по 10 мг во флаконы темного стекла марки ОС или ОС-1 с кримповыми крышками. Каждый флакон снабжается этикеткой и помещается в полиэтиленовый пакет.

ГСО 12605–2024

СО СОСТАВА ТРЕТИНОИНА (ГИЛС – Третиноин)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли основного вещества в субстанции третиноина, фармацевтических препаратах и материалах, в состав которых входит третиноин.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики калибровки.

Область применения: здравоохранение, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля третиноина, %. СО представляет собой субстанцию третиноина, кристаллический порошок желтого или светло-оранжевого цвета, расфасованный по 50 мг во флаконы темного стекла марки ОС или ОС-1 с кримповыми крышками. Каждый флакон снабжается этикеткой и помещается в полиэтиленовый пакет.

ГСО 12606–2024

СО СОСТАВА ТРИПТОРЕЛИНА АЦЕТАТА (ГИЛС – Трипторелина ацетат)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли основного вещества в субстанции трипторелина ацетата, фармацевтических препаратах и материалах, в состав которых входит трипторелина ацетат.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики калибровки.

Область применения: здравоохранение, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля трипторелина ацетата, %.

СО представляет собой субстанцию трипторелина ацетата, белый или белый с желтоватым оттенком порошок, расфасованный по 50 мг во флаконы темного стекла марки ОС или ОС-1 с кримповыми крышками. Каждый флакон снабжается этикеткой и помещается в полиэтиленовый пакет.

ГСО 12607–2024

СО СОСТАВА УРАПИДИЛА (ГИЛС – Урапидил)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли основного вещества в субстанции урапидила, фармацевтических препаратах и материалах, в состав которых входит урапидил.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики калибровки.

Область применения: здравоохранение, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля урапидила, %.

СО представляет собой субстанцию урапидила, кристаллический порошок от белого до почти белого цвета, расфасованный по 100 мг во флаконы темного стекла марки ОС или ОС-1 с кримповыми крышками. Каждый флакон снабжается этикеткой и помещается в полиэтиленовый пакет.

ГСО 12608–2024

СО СОСТАВА КРОВИ, СОДЕРЖАЩЕЙ СВИНЕЦ, РТУТЬ И КАДМИЙ (ВЛ – Pb, Hg, Cd)

СО предназначен для аттестации методик измерений и контроля точности результатов измерений массовой концентрации свинца, ртути, кадмия в крови человека и животных; установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; других видов метрологического контроля при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям процедур метрологического контроля.

Область применения: научные медико-биологические исследования.

Способ аттестации – применение аттестованных методик измерений.

Аттестованная характеристика СО: массовая концентрация свинца, мкг/дм³; массовая концентрация ртути, мкг/дм³; массовая концентрация кадмия, мкг/дм³.

СО представляет собой сухой лиофилизированный порошок красно-коричневого цвета, приготовленный из крови, содержащей свинец, ртуть и кадмий, расфасованный в стеклянные флаконы из прозрачного стекла с резиновыми пробками, герметизированные алюминиевыми колпачками, объемом 15 см³. Масса СО во флаконе – (1005,0 ± 8,0) мг. При растворении материала экземпляра СО в 4,8 см³ дистиллированной воды получают раствор с массовыми концентрациями компонентов, соответствующими аттестованному значению.

ГСО 12609–2024

СО СОСТАВА МОЧИ, СОДЕРЖАЩЕЙ СВИНЕЦ, РТУТЬ И КАДМИЙ (Ur – Pb, Hg, Cd)

СО предназначен для аттестации методик измерений и контроля точности результатов измерений массовой концентрации свинца, ртути, кадмия в моче человека и животных; установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; других видов метрологического контроля при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям процедур метрологического контроля.

Область применения: научные медико-биологические исследования.

Способ аттестации – применение аттестованных методик измерений.

Аттестованная характеристика СО: массовая концентрация свинца, мкг/дм³; массовая концентрация ртути, мкг/дм³; массовая концентрация кадмия, мкг/дм³.

СО представляет собой сухой лиофилизированный порошок желтого цвета, приготовленный из мочи, содержащей свинец, ртуть и кадмий, расфасованный в стеклянные флаконы из прозрачного стекла с резиновыми пробками, герметизированные алюминиевыми колпачками, объемом 20 см³. Масса СО во флаконе – (138,6 ± 5,4) мг. При растворении материала экземпляра СО в 4,0 см³ дистиллированной воды получают раствор с массовыми концентрациями компонентов, соответствующими аттестованному значению.

ГСО 12610–2024

СО СОСТАВА ВЕНЕТОКЛАКСА (ГИЛС – Венетоклакс)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли венетоклакса в субстанции венетоклакса, фармацевтических препаратах и материалах, в состав которых входит венетоклакс.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики калибровки.

Область применения: здравоохранение, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля венетоклакса, %. СО представляет собой субстанцию венетоклакса, порошок желтого цвета, расфасованный по 25 мг во флаконы из темного стекла марки ОС или ОС-1 с кримповыми крышками. Каждый флакон снабжается этикеткой и помещается в полиэтиленовый пакет.

ГСО 12611-2024

СО СОСТАВА ДАКАРБАЗИНА (ГИЛС-Дакарбазин)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли дакарбазина в субстанции дакарбазина, фармацевтических препаратах и материалах, в состав которых входит дакарбазин.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики калибровки.

Область применения: здравоохранение, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля дакарбазина, %. СО представляет собой субстанцию дакарбазина, белый или слегка желтоватый кристаллический порошок, расфасованный по 100 мг во флаконы из темного стекла марки ОС или ОС-1 с кримповыми крышками. Каждый флакон снабжается этикеткой и помещается в полиэтиленовый пакет.

ГСО 12612-2024

СО СОСТАВА ДАУНОРУБИЦИНА ГИДРОХЛОРИДА (ГИЛС-Даунорубин)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли даунорубина гидрохлорида в субстанции даунорубина гидрохлорида, фармацевтических препаратах и материалах, в состав которых входит даунорубина гидрохлорид.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики калибровки.

Область применения: здравоохранение, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля даунорубина гидрохлорида, %.

СО представляет собой субстанцию даунорубина гидрохлорида, оранжево-красный кристаллический порошок, расфасованный по 200 мг во флаконы из темного стекла марки ОС или ОС-1 с кримповыми крышками. Каждый флакон снабжается этикеткой и помещается в полиэтиленовый пакет.

ГСО 12613-2024

СО СОСТАВА ЛУМАКАФТОРА (ГИЛС-Лумакафтор)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли лумакафтора в субстанции лумакафтора, фармацевтических препаратах и материалах, в состав которых входит лумакафтор.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики калибровки.

Область применения: здравоохранение, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля лумакафтора, %. СО представляет собой субстанцию лумакафтора, порошок от белого до желтого цвета, расфасованный по 100 мг во флаконы из темного стекла марки ОС или ОС-1 с кримповыми крышками. Каждый флакон снабжается этикеткой и помещается в полиэтиленовый пакет.

ГСО 12614-2024

СО СОСТАВА МИЗОПРОСТОЛА (ГИЛС-Мизопропрост)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли мизопростола в субстанции мизопростола, фармацевтических препаратах и материалах, в состав которых входит мизопропрост.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики калибровки.

Область применения: здравоохранение, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля мизопростола, %. СО представляет собой субстанцию мизопростола, прозрачную маслянистую жидкость от белого до светло-желтого цвета, расфасованную по 100 мг во флаконы из темного стекла марки ОС или ОС-1 с кримповыми крышками. Каждый флакон снабжается этикеткой и помещается в полиэтиленовый пакет.

ГСО 12615-2024

СО СОСТАВА ОСИМЕРТИНИБА МЕЗИЛАТА (ГИЛС-Осимертиниб)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли осимертиниба мезилата в субстанции осимертиниба мезилата, фармацевтических препаратах и материалах, в состав которых входит осимертиниба мезилат. СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики калибровки.

Область применения: здравоохранение, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля осимертиниба мезилата, %.

СО представляет собой субстанцию осимертиниба мезилата, порошок от белого до желтого цвета, расфасованный по 250 мг

во флаконы из темного стекла марки ОС или ОС-1 с кримповыми крышками. Каждый флакон снабжается этикеткой и помещается в полиэтиленовый пакет.

ГСО 12616-2024

СО СОСТАВА ПАРНАПАРИНА НАТРИЯ (ГИЛС – Парнапарин натрия)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли парнапарина натрия в субстанции парнапарина натрия, фармацевтических препаратах и материалах, в состав которых входит парнапарин натрия. СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики калибровки.

Область применения: здравоохранение, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля парнапарина натрия, %. СО представляет собой субстанцию парнапарина натрия, порошок белого или почти белого цвета, расфасованный по 200 мг во флаконы из темного стекла марки ОС или ОС-1 с кримповыми крышками. Каждый флакон снабжается этикеткой и помещается в полиэтиленовый пакет.

ГСО 12617-2024

СО СОСТАВА РУКСОЛИТИНИБА ФОСФАТА (ГИЛС-Руксолитиниб)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли руксолитиниба фосфата в субстанции руксолитиниба фосфата, фармацевтических препаратах и материалах, в состав которых входит руксолитиниба фосфат. СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики калибровки.

Область применения: здравоохранение, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля руксолитиниба фосфата, %.

СО представляет собой субстанцию руксолитиниба фосфата, порошок от белого или почти белого до светло-розового цвета, расфасованный по 10 мг во флаконы из темного стекла марки ОС или ОС-1 с кримповыми крышками. Каждый флакон снабжается этикеткой и помещается в полиэтиленовый пакет.

ГСО 12618-2024

СО СОСТАВА СЕВЕЛАМЕРА ГИДРОХЛОРИДА (ГИЛС-Севеламера гидрохлорид)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли сеВЕЛАМЕРА гидрохлорида в субстанции сеВЕЛАМЕРА гидрохлорида, фармацевтических препаратах и материалах, в состав которых входит сеВЕЛАМЕРА гидрохлорид.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики калибровки.

Область применения: здравоохранение, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля сеВЕЛАМЕРА гидрохлорида, %.

СО представляет собой субстанцию сеВЕЛАМЕРА гидрохлорида, кристаллический порошок от белого до светло-желтого цвета, расфасованный по 100 мг во флаконы из темного стекла марки ОС или ОС-1 с кримповыми крышками. Каждый флакон снабжается этикеткой и помещается в полиэтиленовый пакет.

ГСО 12619-2024

СО СОСТАВА СЕМАГЛУТИДА (ГИЛС-Семаглутид)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли семаглутида в субстанции семаглутида, фармацевтических препаратах и материалах, в состав которых входит семаглутид.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики калибровки.

Область применения: здравоохранение, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля семаглутида, %. СО представляет собой субстанцию семаглутида, порошок белого или почти белого цвета, расфасованный по 10 мг во флаконы из темного стекла марки ОС или ОС-1 с кримповыми крышками. Каждый флакон снабжается этикеткой и помещается в полиэтиленовый пакет.

ГСО 12620-2024

СО СОСТАВА ФЛУФЕНАЗИНА ДЕКАНОАТА (ГИЛС-Флуфеназина деканоат)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли флуфеназина деканоата в субстанции флуфеназина деканоата, фармацевтических препаратах и материалах, в состав которых входит флуфеназина деканоат. СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики калибровки.

Область применения: здравоохранение, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля флуфеназина деканоата, %.

СО представляет собой субстанцию флуфеназина деканоата, светло-жёлтую вязкую жидкость или жёлтую кристаллическую маслянистую массу, расфасованные по 50 мг во флаконы из темного стекла марки ОС или ОС-1 с кримповыми крышками. Каждый флакон снабжается этикеткой и помещается в полиэтиленовый пакет.

ГСО 12621-2024

СО СОСТАВА ЭРТАПЕНЕМА НАТРИЯ (ГИЛС-Эртапенем)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли эртапенема натрия в субстанции эртапенема натрия, фармацевтических препаратах и материалах, в состав которых входит эртапенем натрия.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики калибровки.

Область применения: здравоохранение, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля эртапенема натрия, %.

СО представляет собой субстанцию эртапенема натрия, порошок от белого до светло-желтого цвета, расфасованный по 1 000 мг во флаконы из темного стекла марки ОС или ОС-1 с кримповыми крышками. Каждый флакон снабжается этикеткой и помещается в полиэтиленовый пакет.

ГСО 12622-2024

СО СОСТАВА АЗАЦИТИДИНА (ГИЛС – Азацидин)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли основного вещества в субстанции азацитина, фармацевтических препаратах и материалах, в состав которых входит азацидин.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики калибровки.

Область применения: здравоохранение, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля азацитина, %. СО представляет собой субстанцию азацитина, белый или почти белый кристаллический порошок, расфасованный по 150 мг во флаконы темного стекла марки ОС или ОС-1 с кримповыми крышками. Каждый флакон снабжается этикеткой и помещается в полиэтиленовый пакет.

ГСО 12623-2024

СО СОСТАВА АКСИТИНИБА (ГИЛС – Акситиниб)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли основного вещества в субстанции акситиниба, фармацевтических препаратах и материалах, в состав которых входит акситиниб.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики калибровки.

Область применения: здравоохранение, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля акситиниба, %. СО представляет собой субстанцию акситиниба, порошок от белого до коричневого цвета, расфасованный по 10 мг во флаконы темного стекла марки ОС или ОС-1 с кримповыми крышками. Каждый флакон снабжается этикеткой и помещается в полиэтиленовый пакет.

ГСО 12624-2024

СО СОСТАВА БЕТАМЕТАЗОНА НАТРИЯ ФОСФАТА (ГИЛС – Бетаметазон натрия фосфат)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли основного вещества в субстанции бетаметазона натрия фосфата, фармацевтических препаратах и материалах, в состав которых входит бетаметазон натрия фосфат.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики калибровки.

Область применения: здравоохранение, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля бетаметазона натрия фосфата, %.

СО представляет собой субстанцию бетаметазона натрия фосфата, белый или почти белый кристаллический порошок, расфасованный по 200 мг во флаконы темного стекла марки ОС или ОС-1 с кримповыми крышками. Каждый флакон снабжается этикеткой и помещается в полиэтиленовый пакет.

ГСО 12625-2024

СО СОСТАВА ДЕФЕРАЗИРОКСА (ГИЛС – Деферазирокс)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли основного вещества в субстанции деферазирокса, фармацевтических препаратах и материалах, в состав которых входит деферазирокс.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики калибровки.

Область применения: здравоохранение, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля деферазирокса, %. СО представляет собой субстанцию деферазирокса, порошок от белого до слегка желтого цвета, расфасованный по 250 мг во флаконы темного стекла марки ОС или ОС-1 с кримповыми крышками. Каждый флакон снабжается этикеткой и помещается в полиэтиленовый пакет.

ГСО 12626-2024

СО СОСТАВА ДИМЕТИЛФУМАРАТА (ГИЛС – Диметилфумарат)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли основного вещества в субстанции диметилфумарата, фармацевтических препаратах и материалах, в состав которых входит диметилфумарат.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики калибровки.

Область применения: здравоохранение, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля диметилфумарата, %.

СО представляет собой субстанцию диметилфумарата, белый или белый с желтоватым оттенком кристаллический порошок, расфасованный по 200 мг во флаконы темного стекла марки ОС или ОС-1 с кримповыми крышками. Каждый флакон снабжается этикеткой и помещается в полиэтиленовый пакет.

ГСО 12627-2024

СО СОСТАВА ИВАКАФТОРА (ГИЛС – Ивакафтор)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли основного вещества в субстанции ивакафтора, фармацевтических препаратах и материалах, в состав которых входит ивакафтор.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики калибровки.

Область применения: здравоохранение, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля ивакафтора, %. СО представляет собой субстанцию ивакафтора, белый или почти белый порошок, расфасованный по 250 мг во флаконы темного стекла марки ОС или ОС-1 с кримповыми крышками. Каждый флакон снабжается этикеткой и помещается в полиэтиленовый пакет.

ГСО 12628-2024

СО СОСТАВА КРИЗОТИНИБА (ГИЛС – Кризотиниб)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли основного вещества в субстанции кризотиниба, фармацевтических препаратах и материалах, в состав которых входит кризотиниб.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики калибровки.

Область применения: здравоохранение, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля кризотиниба, %. СО представляет собой субстанцию кризотиниба, белый или почти белый порошок, расфасованный по 250 мг во флаконы темного стекла марки ОС или ОС-1 с кримповыми крышками. Каждый флакон снабжается этикеткой и помещается в полиэтиленовый пакет.

ГСО 12629-2024

СО СОСТАВА ЛАКОСАМИДА (ГИЛС – Лакосамид)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли основного вещества в субстанции лакосамида, фармацевтических препаратах и материалах, в состав которых входит лакосамид.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики калибровки.

Область применения: здравоохранение, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля лакосамида, %. СО представляет собой субстанцию лакосамида, белый или почти белый или светло желтый порошок, расфасованный по 150 мг во флаконы темного стекла марки ОС или ОС-1 с кримповыми крышками. Каждый флакон снабжается этикеткой и помещается в полиэтиленовый пакет.

ГСО 12630-2024

СО СОСТАВА ЛОМЕФЛОКСАЦИНА ГИДРОХЛОРИДА (ГИЛС – Ломефлоксацин гидрохлорид)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли основного вещества в субстанции ломефлоксацина гидрохлорида, фармацевтических препаратах и материалах, в состав которых входит ломефлоксацин гидрохлорид.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики калибровки.

Область применения: здравоохранение, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля ломефлоксацина гидрохлорида, %.

СО представляет собой субстанцию ломефлоксацина гидрохлорида, белый или почти белый порошок, расфасованный по 200 мг во флаконы темного стекла марки ОС или ОС-1 с кримповыми крышками. Каждый флакон снабжается этикеткой и помещается в полиэтиленовый пакет.

ГСО 12631-2024

СО СОСТАВА АМИНОДИГИДРОФТАЛАЗИНДИОНА НАТРИЯ (ИР-01)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли аминодигидрофталазиндиона натрия в материалах и лекарственных средствах. СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики калибровки; идентификации аминодигидрофталазиндиона натрия, входящего в состав материалов и лекарственных средств.

Область применения: здравоохранение, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – применение аттестованных методик измерений.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля аминодигидрофталазиндиона натрия, %.

СО представляет собой субстанцию аминодигидрофталазиндиона натрия, белый или белый с желтоватым оттенком кристаллический порошок, расфасованный массой от 50 до 250 мг во флаконы из стекла объемом 10 см³ с обжимными колпачками с контролем первого вскрытия. Каждый флакон снабжается этикеткой.

ГСО 12632-2024

СО СОСТАВА ЭСЗОПИКЛОНА (МЭЗ-118)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации, валидации методик измерений массовой доли эсзопиклона в материалах и лекарственных средствах.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при условии соответствия требованиям методик калибровки; характеристики стандартных образцов, материалов.

Область применения: фармацевтическая промышленность, здравоохранение, ветеринарная промышленность, научные исследования, охрана окружающей среды, судебно-медицинская экспертиза, судебная экспертиза.

Способ аттестации – применение аттестованных методик измерений

Аттестованная характеристика СО: массовая доля эсзопиклона, %. СО представляет собой субстанцию эсзопиклона, от белого до светло-жёлтого цвета кристаллический порошок, расфасованный массой от 100 до 500 мг во флаконы из стекла объемом 10 см³ с обжимными колпачками, помещенные в зиплок-пакет. Флакон и зиплок-пакет снабжены этикетками.

ГСО 12633-2024

СО СОСТАВА РЕМИФЕНТАНИЛА ГИДРОХЛОРИДА (МЗ3-125)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации, валидации методик измерений массовой доли ремифентанила гидрохлорида в материалах и лекарственных средствах. СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при условии соответствия требованиям методик калибровки; характеристики стандартных образцов, материалов.

Область применения: фармацевтическая промышленность, здравоохранение, ветеринарная промышленность, научные исследования, охрана окружающей среды, судебно-медицинская экспертиза, судебная экспертиза.

Способ аттестации – применение аттестованных методик измерений.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля ремифентанила гидрохлорида, %.

СО представляет собой субстанцию ремифентанила гидрохлорида, белый или почти белый кристаллический порошок, расфасованный массой от 100 до 500 мг во флаконы из стекла объемом 10 см³ с обжимными колпачками, помещенные в зиплок-пакет. Флакон и зиплок-пакет снабжены этикетками.

ГСО 12634-2024

СО СОСТАВА ГИПРОМЕЛЛОЗЫ (МЗ3-136)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации, валидации методик измерений массовой доли гипромеллозы в материалах, лекарственных средствах, продуктах питания и пищевом сырье, косметических средствах.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при условии соответствия требованиям методик калибровки; характеристики стандартных образцов, материалов.

Область применения: фармацевтическая промышленность, здравоохранение, ветеринарная промышленность, пищевая промышленность, косметическая промышленность, научные исследования, охрана окружающей среды, судебно-медицинская экспертиза, судебная экспертиза.

Способ аттестации – применение аттестованных методик измерений.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля гипромеллозы, %. СО представляет собой субстанцию гипромеллозы, белый, желтовато-белый или серовато-белый волокнистый или гранулированный порошок, расфасованный массой от 200 до 500 мг во флаконы

из стекла объемом 10 см³ с обжимными колпачками, помещенные в зиплок-пакет. Флакон и зиплок-пакет снабжены этикетками.

ГСО 12635-2024

СО СОСТАВА ГЛУТАМИНОВОЙ КИСЛОТЫ (МЗ3-137)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации, валидации методик измерений массовой доли глутаминовой кислоты в материалах, лекарственных средствах, продуктах питания и пищевом сырье.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при условии соответствия требованиям методик калибровки; характеристики стандартных образцов, материалов.

Область применения: фармацевтическая промышленность, здравоохранение, ветеринарная промышленность, пищевая промышленность, научные исследования, охрана окружающей среды, судебно-медицинская экспертиза, судебная экспертиза.

Способ аттестации – применение аттестованных методик измерений.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля глутаминовой кислоты, %.

СО представляет собой субстанцию глутаминовой кислоты, белый или почти белый кристаллический порошок или бесцветные кристаллы, расфасованные массой от 100 до 500 мг во флаконы из стекла объемом 10 см³ с обжимными колпачками, помещенные в зиплок-пакет. Флакон и зиплок-пакет снабжены этикетками.

ГСО 12636-2024

СО СОСТАВА ДЕКСАМЕТАЗОНА АЦЕТАТА (МЗ3-139)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации, валидации методик измерений массовой доли дексаметазона ацетата в материалах и лекарственных средствах.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при условии соответствия требованиям методик калибровки; характеристики стандартных образцов, материалов.

Область применения: фармацевтическая промышленность, здравоохранение, ветеринарная промышленность, судебно-медицинская экспертиза, судебная экспертиза, научные исследования.

Способ аттестации – применение аттестованных методик измерений.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля дексаметазона ацетата, %.

СО представляет собой субстанцию дексаметазона ацетата, белый или почти белый кристаллический порошок, расфасованный массой от 100 до 500 мг во флаконы из стекла объемом 10 см³ с обжимными колпачками, помещенные в зиплок-пакет. Флакон и зиплок-пакет снабжены этикетками.

ГСО 12637-2024

СО СОСТАВА ДЕКСАМЕТАЗОНА ИЗОНИКОТИНАТА (МЗ3-140)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации, валидации методик измерений массовой доли дексаметазона изоникотината в материалах и лекарственных средствах.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при условии соответствия требованиям методик калибровки; характеристики стандартных образцов, материалов.

Область применения: фармацевтическая промышленность, здравоохранение, ветеринарная промышленность, научные исследования,

охрана окружающей среды, судебно-медицинская экспертиза, судебная экспертиза.

Способ аттестации – применение аттестованных методик измерений.
Аттестованная характеристика СО: массовая доля дексаметазона изоникотината, %.

СО представляет собой субстанцию дексаметазона изоникотината, кристаллический порошок белого или почти белого цвета, расфасованный массой от 100 до 500 мг во флаконы из стекла объемом 10 см³ с обжимными колпачками, помещенные в зиплок-пакет. Флакон и зиплок-пакет снабжены этикетками.

ГСО 12638–2024

СО СОСТАВА МЕТИЛПРЕДНИЗОЛОНА АЦЕТАТА (МЭЗ-147)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации, валидации методик измерений массовой доли метилпреднизолон ацетата в материалах и лекарственных средствах. СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при условии соответствия требованиям методики калибровки; характеристики стандартных образцов, материалов.

Область применения: фармацевтическая промышленность, здравоохранение, ветеринарная промышленность, научные исследования, охрана окружающей среды, судебно-медицинская экспертиза, судебная экспертиза.

Способ аттестации – применение аттестованных методик измерений.
Аттестованная характеристика СО: массовая доля метилпреднизолон ацетата, %.

СО представляет собой субстанцию метилпреднизолон ацетата, белый или почти белый кристаллический порошок, расфасованный массой от 100 до 500 мг во флаконы из стекла объемом 10 см³ с обжимными колпачками, помещенные в зиплок-пакет. Флакон и зиплок-пакет снабжены этикетками.

ГСО 12639–2024

СО СОСТАВА МЕТИЛПРЕДНИЗОЛОНА ГИДРОСУКЦИНАТА (МЭЗ-148)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации, валидации методик измерений массовой доли метилпреднизолон гидросукцинат в материалах и лекарственных средствах. СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при условии соответствия требованиям методики калибровки; характеристики стандартных образцов, материалов.

Область применения: фармацевтическая промышленность, здравоохранение, ветеринарная промышленность, научные исследования, охрана окружающей среды, судебно-медицинская экспертиза, судебная экспертиза.

Способ аттестации – применение аттестованных методик измерений.
Аттестованная характеристика СО: массовая доля метилпреднизолон гидросукцинат, %.

СО представляет собой субстанцию метилпреднизолон гидросукцинат, белый или почти белый порошок, расфасованный массой от 100 до 500 мг во флаконы из стекла объемом 10 см³ с обжимными колпачками, помещенные в зиплок-пакет. Флакон и зиплок-пакет снабжены этикетками.

ГСО 12640–2024

СО СОСТАВА МИКАФУНГИНА НАТРИЯ (МЭЗ-149)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации, валидации методик измерений массовой доли микафунгина натрия в материалах и лекарственных средствах.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при условии соответствия требованиям методики калибровки; характеристики стандартных образцов, материалов.

Область применения: фармацевтическая промышленность, здравоохранение, ветеринарная промышленность, научные исследования, охрана окружающей среды, судебно-медицинская экспертиза, судебная экспертиза.

Способ аттестации – применение аттестованных методик измерений.
Аттестованная характеристика СО: массовая доля микафунгина натрия (в пересчете на безводное вещество), %.

СО представляет собой субстанцию микафунгина натрия, белый или почти белый порошок, расфасованный массой от 250 до 500 мг во флаконы из стекла объемом 10 см³ с обжимными колпачками, помещенные в зиплок-пакет. Флакон и зиплок-пакет снабжены этикетками.

ГСО 12641–2024

СО СОСТАВА ПИЛОКАРПИНА НИТРАТА (МЭЗ-152)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации, валидации методик измерений массовой доли пилокарпина нитрата в материалах и лекарственных средствах.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при условии соответствия требованиям методики калибровки; характеристики стандартных образцов, материалов.

Область применения: фармацевтическая промышленность, здравоохранение, ветеринарная промышленность, научные исследования, охрана окружающей среды, судебно-медицинская экспертиза, судебная экспертиза.

Способ аттестации – применение аттестованных методик измерений.
Аттестованная характеристика СО: массовая доля пилокарпина нитрата, %.

СО представляет собой субстанцию пилокарпина нитрата, белый или почти белый кристаллический порошок или бесцветные кристаллы, расфасованные массой от 100 до 500 мг во флаконы из стекла объемом 10 см³ с обжимными колпачками, помещенные в зиплок-пакет. Флакон и зиплок-пакет снабжены этикетками.

ГСО 12642–2024

СО СОСТАВА ПРЕДНИЗОЛОНА АЦЕТАТА (МЭЗ-153)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации, валидации методик измерений массовой доли преднизолон ацетата в материалах, лекарственных средствах, продуктах питания и пищевом сырье.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при условии соответствия требованиям методики калибровки; характеристики стандартных образцов, материалов.

Область применения: фармацевтическая промышленность, здравоохранение, ветеринарная промышленность, пищевая промышленность, научные исследования, охрана окружающей среды, судебно-медицинская экспертиза, судебная экспертиза.

Способ аттестации – применение аттестованных методик измерений.
Аттестованная характеристика СО: массовая доля преднизолон ацетата, %.

СО представляет собой субстанцию преднизолон ацетата, белый или почти белый порошок, расфасованный массой от 100 до 500 мг

во флаконы из стекла объемом 10 см³ с обжимными колпачками, помещенные в зиплок-пакет. Флакон и зиплок-пакет снабжены этикетками.

ГСО 12643-2024

СО СОСТАВА ПРЕДНИЗОЛОНА НАТРИЯ ФОСФАТА (МЗ3-154)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации, валидации методик измерений массовой доли преднизолон натрия фосфата в материалах, лекарственных средствах, продуктах питания и пищевом сырье.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при условии соответствия требованиям методик калибровки; характеристики стандартных образцов, материалов.

Область применения: фармацевтическая промышленность, здравоохранение, ветеринарная промышленность, пищевая промышленность, научные исследования, охрана окружающей среды, судебно-медицинская экспертиза, судебная экспертиза.

Способ аттестации – применение аттестованных методик измерений.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля преднизолон натрия фосфата (в пересчете на безводное вещество), %.

СО представляет собой субстанцию преднизолон натрия фосфата, белый или слегка желтоватый кристаллический порошок, расфасованный массой от 250 до 500 мг во флаконы из стекла объемом 10 см³ с обжимными колпачками, помещенные в зиплок-пакет. Флакон и зиплок-пакет снабжены этикетками.

ГСО 12644-2024

СО СОСТАВА ПРЕДНИЗОЛОНА ПИВАЛАТА (МЗ3-155)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации, валидации методик измерений массовой доли преднизолон пивалата в материалах, лекарственных средствах, продуктах питания и пищевом сырье.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при условии соответствия требованиям методик калибровки; характеристики стандартных образцов, материалов.

Область применения: фармацевтическая промышленность, здравоохранение, ветеринарная промышленность, пищевая промышленность, научные исследования, охрана окружающей среды, судебно-медицинская экспертиза, судебная экспертиза.

Способ аттестации – применение аттестованных методик измерений.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля преднизолон пивалата, %.

СО представляет собой субстанцию преднизолон пивалата, белый или почти белый порошок, расфасованный массой от 100 до 500 мг во флаконы из стекла объемом 10 см³ с обжимными колпачками, помещенные в зиплок-пакет. Флакон и зиплок-пакет снабжены этикетками.

ГСО 12645-2024

СО СОСТАВА ПРОКАИНАМИДА ГИДРОХЛОРИДА (МЗ3-156)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации, валидации методик измерений массовой доли прокаинамида гидрохлорида в материалах и лекарственных средствах.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при условии соответствия требованиям методик калибровки; характеристики стандартных образцов, материалов.

Область применения: фармацевтическая промышленность, здравоохранение, ветеринарная промышленность, научные исследования, охрана окружающей среды, судебно-медицинская экспертиза, судебная экспертиза.

Способ аттестации – применение аттестованных методик измерений.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля прокаинамида гидрохлорида, %.

СО представляет собой субстанцию прокаинамида гидрохлорида, белый или белый с желтоватым оттенком кристаллический порошок, расфасованный массой от 100 до 500 мг во флаконы из стекла объемом 10 см³ с обжимными колпачками, помещенные в зиплок-пакет. Флакон и зиплок-пакет снабжены этикетками.

ГСО 12646-2024

СО СОСТАВА ТЕСТОСТЕРОНА (МЗ3-159)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации, валидации методик измерений массовой доли тестостерона в материалах, лекарственных средствах, продуктах питания и пищевом сырье.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при условии соответствия требованиям методик калибровки; характеристики стандартных образцов, материалов.

Область применения: фармацевтическая промышленность, здравоохранение, ветеринарная промышленность, пищевая промышленность, научные исследования, охрана окружающей среды, судебно-медицинская экспертиза, судебная экспертиза.

Способ аттестации – применение аттестованных методик измерений.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля тестостерона, %.

СО представляет собой субстанцию тестостерона, белый или почти белый кристаллический порошок, бесцветные или желтовато-белые кристаллы, расфасованные массой от 100 до 500 мг во флаконы из стекла объемом 10 см³ с обжимными колпачками, помещенные в зиплок-пакет. Флакон и зиплок-пакет снабжены этикетками.

ГСО 12647-2024

СО СОСТАВА ТЕСТОСТЕРОНА ДЕКАНОАТА (МЗ3-160)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации, валидации методик измерений массовой доли тестостерона деканоата в материалах, лекарственных средствах, продуктах питания и пищевом сырье.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при условии соответствия требованиям методик калибровки; характеристики стандартных образцов, материалов.

Область применения: фармацевтическая промышленность, здравоохранение, ветеринарная промышленность, пищевая промышленность, научные исследования, охрана окружающей среды, судебно-медицинская экспертиза, судебная экспертиза.

Способ аттестации – применение аттестованных методик измерений.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля тестостерона деканоата, %.

СО представляет собой субстанцию тестостерона деканоата, белый или почти белый порошок, расфасованный массой от 100 до 500 мг во флаконы из стекла объемом 10 см³ с обжимными колпачками, помещенные в зиплок-пакет. Флакон и зиплок-пакет снабжены этикетками.

ГСО 12648-2024

СО СОСТАВА ТЕСТОСТЕРОНА ИЗОКАПРОАТА (МЗ3-161)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации, валидации методик измерений массовой доли тестостерона

изокапроата в материалах, лекарственных средствах, продуктах питания и пищевом сырье.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при условии соответствия требованиям методик калибровки; характеристики стандартных образцов, материалов.

Область применения: фармацевтическая промышленность, здравоохранение, ветеринарная промышленность, пищевая промышленность, научные исследования, охрана окружающей среды, судебно-медицинская экспертиза, судебная экспертиза.

Способ аттестации – применение аттестованных методик измерений.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля тестостерона изокапроата, %.

СО представляет собой субстанцию тестостерона изокапроата, белый или почти белый порошок, расфасованный массой от 100 до 500 мг во флаконы из стекла объемом 10 см³ с обжимными колпачками, помещенные в зиплок-пакет. Флакон и зиплок-пакет снабжены этикетками.

ГСО 12649-2024

СО СОСТАВА ТЕСТОСТЕРОНА ПРОПИОНАТА (МЭЗ-162)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации, валидации методик измерений массовой доли тестостерона пропионата в материалах, лекарственных средствах, продуктах питания и пищевом сырье.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при условии соответствия требованиям методик калибровки; характеристики стандартных образцов, материалов.

Область применения: фармацевтическая промышленность, здравоохранение, ветеринарная промышленность, пищевая промышленность, научные исследования, охрана окружающей среды, судебно-медицинская экспертиза, судебная экспертиза.

Способ аттестации – применение аттестованных методик измерений.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля тестостерона пропионата, %.

СО представляет собой субстанцию тестостерона пропионата, белый или почти белый порошок или бесцветные кристаллы, расфасованные массой от 100 до 500 мг во флаконы из стекла объемом 10 см³ с обжимными колпачками, помещенные в зиплок-пакет. Флакон и зиплок-пакет снабжены этикетками.

ГСО 12650-2024

СО СОСТАВА ТЕСТОСТЕРОНА ЭНАТТАТА (МЭЗ-163)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации, валидации методик измерений массовой доли тестостерона энантата в материалах, лекарственных средствах, продуктах питания и пищевом сырье.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при условии соответствия требованиям методик калибровки; характеристики стандартных образцов, материалов.

Область применения: фармацевтическая промышленность, здравоохранение, ветеринарная промышленность, пищевая промышленность, научные исследования, охрана окружающей среды, судебно-медицинская экспертиза, судебная экспертиза.

Способ аттестации – применение аттестованных методик измерений.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля тестостерона энантата, %.

СО представляет собой субстанцию тестостерона энантата, белый или желтовато-белый кристаллический порошок, расфасованный массой от 100 до 500 мг во флаконы из стекла объемом 10 см³ с обжимными колпачками, помещенные в зиплок-пакет. Флакон и зиплок-пакет снабжены этикетками.

ГСО 12651-2024

СО СОСТАВА БРОМФЕНАКА НАТРИЯ СЕСКВИГИДРАТА (МЭЗ-168)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации, валидации методик измерений массовой доли бромфенака натрия в материалах и лекарственных средствах.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при условии соответствия требованиям методик калибровки; характеристики стандартных образцов, материалов.

Область применения: фармацевтическая промышленность, здравоохранение, ветеринарная промышленность, научные исследования, охрана окружающей среды, судебно-медицинская экспертиза, судебная экспертиза.

Способ аттестации – применение аттестованных методик измерений.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля бромфенака натрия (в пересчете на безводное вещество), %; массовая доля воды, %.

СО представляет собой субстанцию бромфенака натрия сесквигидрата, желтый или оранжевый кристаллический порошок, расфасованный массой от 100 до 500 мг во флаконы из стекла объемом 10 см³ с обжимными колпачками, помещенные в зиплок-пакет. Флакон и зиплок-пакет снабжены этикетками.

ГСО 12652-2024

СО СОСТАВА БЕНЗЕТОНИЯ ХЛОРИДА (МЭЗ-169)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации, валидации методик измерений массовой доли бензетония хлорида в материалах и лекарственных средствах.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при условии соответствия требованиям методик калибровки; характеристики стандартных образцов, материалов.

Область применения: фармацевтическая промышленность, здравоохранение, ветеринарная промышленность, научные исследования, охрана окружающей среды, судебно-медицинская экспертиза, судебная экспертиза.

Способ аттестации – применение аттестованных методик измерений.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля бензетония хлорида, %.

СО представляет собой субстанцию бензетония хлорида, белый или желтовато-белый порошок, расфасованный массой от 100 до 500 мг во флаконы из стекла объемом 10 см³ с обжимными колпачками, помещенные в зиплок-пакет. Флакон и зиплок-пакет снабжены этикетками.

ГСО 12653-2024

СО СОСТАВА ФЕНАЗЕПАМА (МЭЗ-172)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации, валидации методик измерений массовой доли феназепам в материалах и лекарственных средствах. СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при условии соответствия требованиям методик калибровки; характеристики стандартных образцов, материалов.

Область применения: фармацевтическая промышленность, здравоохранение, ветеринарная промышленность, научные исследования, охрана окружающей среды, судебно-медицинская экспертиза, судебная экспертиза.

Способ аттестации – применение аттестованных методик измерений.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля феназепамма, %. СО представляет собой субстанцию феназепамма, белый кристаллический порошок, расфасованный массой от 100 до 500 мг во флаконы из стекла объемом 10 см³ с обжимными колпачками, помещенные в зиплок-пакет. Флакон и зиплок-пакет снабжены этикетками.

ГСО 12654–2024

СО СОСТАВА БЕДАКВИЛИНА ФУМАРАТА (ГИЛС – Бедаквилина фумарат)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли основного вещества в субстанции бедаквилина фумарата, фармацевтических препаратах и материалах, в состав которых входит бедаквилина фумарат. СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики калибровки.

Область применения: здравоохранение, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля бедаквилина фумарата, %.

СО представляет собой субстанцию бедаквилина фумарата, белый или почти белый порошок, расфасованный по 100 мг во флаконы темного стекла марки ОС или ОС-1 с кримповыми крышками. Каждый флакон снабжается этикеткой и помещается в полиэтиленовый пакет.

ГСО 12655–2024

СО СОСТАВА ИМИПРАМИНА ГИДРОХЛОРИДА (ГИЛС – Имипрамина гидрохлорид)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли основного вещества в субстанции имипрамина гидрохлорида, фармацевтических препаратах и материалах, в состав которых входит имипрамина гидрохлорид.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики калибровки.

Область применения: здравоохранение, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля имипрамина гидрохлорида, %.

СО представляет собой субстанцию имипрамина гидрохлорида, от белого до белого с желтоватым оттенком цвета мелкокристаллический порошок, расфасованный по 250 мг во флаконы темного стекла марки ОС или ОС-1 с кримповыми крышками. Каждый флакон снабжается этикеткой и помещается в полиэтиленовый пакет.

ГСО 12656–2024

СО СОСТАВА ЛЕВОСИМЕНДАНА (ГИЛС – Левосимендан)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли основного вещества

в субстанции левосимендана, фармацевтических препаратах и материалах, в состав которых входит левосимендан.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики калибровки.

Область применения: здравоохранение, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля левосимендана, %. СО представляет собой субстанцию левосимендана, от желтого или желтого с зеленоватым, или желтого с оранжевым оттенком цвета до темно-желтого с коричневатым оттенком цвета аморфный порошок, расфасованный по 250 мг во флаконы темного стекла марки ОС или ОС-1 с кримповыми крышками. Каждый флакон снабжается этикеткой и помещается в полиэтиленовый пакет.

ГСО 12657–2024

СО СОСТАВА КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ (К-04)

СО предназначен для аттестации методик измерений и контроля точности результатов измерений массовой доли компонентов в овощных культурах и продуктах их переработки, выполняемых по ГОСТ 34570–2019, ГОСТ 30178–96, ГОСТ 26930–86, ГОСТ Р 51766–2001.

СО может быть использован при установлении и контроле стабильности градуировочных (калибровочных) характеристик средств измерений, испытаниях СО в целях утверждения типа при соответствии метрологических характеристик СО требованиям методик измерений, программ испытаний в целях утверждения типа.

Область применения: сельское хозяйство, пищевая промышленность.

Способ аттестации – межлабораторный эксперимент.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля нитратов, кадмия, свинца, мышьяка, млн⁻¹.

Материал СО представляет собой высушенные и измельченные клубни картофеля в виде крупки с размером сторон (1–3) мм желто-бежевого цвета, соответствующие требованиям ГОСТ 28432–90, расфасованные по 100 г в герметичные полиэтиленовые зиплок-пакеты или в полиэтиленовые банки с плотно завинчивающимися крышками, на каждую упаковку наклеена этикетка.

ГСО 12658–2024

СО СОСТАВА КИСЛОТЫ БОРНОЙ ПРИРОДНОГО ИЗОТОПНОГО СОСТАВА (БКП СО УНИИМ-СНИИП)

СО предназначен для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; поверки и калибровки средств измерений; контроля метрологических характеристик средств измерений при их испытаниях, в том числе в целях утверждения типа; контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой, атомной доли, массовой, молярной концентрации изотопа бор-10 и массовой доли, массовой, молярной концентрации борной кислоты в веществах, материалах, их растворах.

Область применения: химическая промышленность, охрана окружающей среды, фармацевтическая промышленность, научные исследования, контроль качества продукции и другие области экономики.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля изотопа бор-10, %; атомная доля изотопа бор-10, %; массовая доля борной кислоты, %. СО представляет собой белый кристаллический порошок, расфасованный массой от 5 до 25 г в пластиковые или стеклянные флаконы с защелкивающейся или завинчивающейся крышкой. Каждый

флакон снабжен контролем первого вскрытия и этикеткой, помещен в полиэтиленовый зиплок-пакет.

ГСО 12659-2024

СО СОСТАВА АВИБАКТАМА (АВИБАКТАМА НАТРИЯ) (ГИЛС – Авибактам)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли основного вещества в субстанции авибактама натрия, фармацевтических препаратах и материалах, в состав которых входит авибактам натрия.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики калибровки.

Область применения: здравоохранение, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля авибактама натрия, %.

СО представляет собой субстанцию авибактама натрия, от белого до желтого или бежевого цвета кристаллический порошок, расфасованный по 250 мг во флаконы темного стекла марки ОС или ОС-1 с кримповыми крышками. Каждый флакон снабжается этикеткой и помещается в полиэтиленовый пакет.

ГСО 12660-2024

СО СОСТАВА ГАДОПЕНТЕТОВОЙ КИСЛОТЫ (ГАДОПЕНТЕТАТА ДИМЕГЛЮМИНА) (ГИЛС – Гадопентетата димеглюмин)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли основного вещества в субстанции гадопентетовой кислоты, фармацевтических препаратах и материалах, в состав которых входит гадопентетовая кислота. СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики калибровки.

Область применения: здравоохранение, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля гадопентетовой кислоты, %.

СО представляет собой субстанцию гадопентетовой кислоты, от белого до почти белого цвета аморфный порошок, расфасованный по 500 мг во флаконы темного стекла марки ОС или ОС-1 с кримповыми крышками. Каждый флакон снабжается этикеткой и помещается в полиэтиленовый пакет.

ГСО 12661-2024

СО СОСТАВА КАРФИЛЗОМИБА (ГИЛС – Карфилзомиб)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли основного вещества в субстанции карфилзомиба, фармацевтических препаратах и материалах, в состав которых входит карфилзомиб.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики калибровки.

Область применения: здравоохранение, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – использование Государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля карфилзомиба, %. СО представляет собой субстанцию карфилзомиба, белый или почти белый порошок, расфасованный по 250 мг во флаконы темного стекла марки ОС или ОС-1 с кримповыми крышками. Каждый флакон снабжается этикеткой и помещается в полиэтиленовый пакет.

ГСО 12662-2024

СО СОСТАВА КАРБИДОПЫ (КАРБИДОПЫ МОНОГИДРАТА) (МЗ3-143)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации, валидации методик измерений массовой доли карбидопы в материалах и лекарственных средствах.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при условии соответствия требованиям методики калибровки; характеристики стандартных образцов, материалов.

Область применения: фармацевтическая промышленность, здравоохранение, ветеринарная промышленность, научные исследования, охрана окружающей среды, судебно-медицинская экспертиза, судебная экспертиза.

Способ аттестации – применение аттестованных методик измерений.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля карбидопы, %. СО представляет собой субстанцию карбидопы моногидрата, белый или белый с желтоватым оттенком кристаллический порошок, расфасованный массой от 100 до 500 мг во флаконы из стекла объемом 10 см³ с обжимными колпачками, помещенные в зиплок-пакет. Флакон и зиплок-пакет снабжены этикетками.

ГСО 12663-2024

СО СОСТАВА МЕТИЛДОПЫ (МЕТИЛДОПЫ СЕСКВИГИДРАТА) (МЗ3-146)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации, валидации методик измерений массовой доли метилдопы в материалах и лекарственных средствах.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при условии соответствия требованиям методики калибровки; характеристики стандартных образцов, материалов.

Область применения: фармацевтическая промышленность, здравоохранение, ветеринарная промышленность, научные исследования, охрана окружающей среды, судебно-медицинская экспертиза, судебная экспертиза.

Способ аттестации – применение аттестованных методик измерений.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля метилдопы, %. СО представляет собой субстанцию метилдопы сесквигидрата, белый или желтовато-белый кристаллический порошок или бесцветные или почти бесцветные кристаллы, расфасованные массой от 100 до 500 мг во флаконы из стекла объемом 10 см³ с обжимными колпачками, помещенные в зиплок-пакет. Флакон и зиплок-пакет снабжены этикетками.

ГСО 12664-2024

СО СОСТАВА ЭТИОНАМИДА (МЗ3-166)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации, валидации методик измерений массовой доли этионамида в материалах и лекарственных средствах.

СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств

измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при условии соответствия требованиям методики калибровки; характеристики стандартных образцов, материалов.

Область применения: фармацевтическая промышленность, здравоохранение, ветеринарная промышленность, научные исследования, охрана окружающей среды, судебно-медицинская экспертиза, судебная экспертиза.

Способ аттестации – применение аттестованных методик измерений.

Аттестованная характеристика СО: массовая доля этионамида, %. СО представляет собой субстанцию этионамида, от светло-желтого до оранжевого цвета порошок или мелкие желтые кристаллы, фасованные массой от 100 до 500 мг во флаконы из стекла объемом 10 см³ с обжимными колпачками, помещенные в зиплок-пакет. Флакон и зиплок-пакет снабжены этикетками.

СВЕДЕНИЯ О СТАНДАРТНЫХ ОБРАЗЦАХ УТВЕРЖДЕННЫХ ТИПОВ, В КОТОРЫЕ БЫЛИ ВНЕСЕНЫ ИЗМЕНЕНИЯ В ЧАСТИ СРОКА ДЕЙСТВИЯ УТВЕРЖДЕННОГО ТИПА СТАНДАРТНОГО ОБРАЗЦА

В. В. Сулова

Уральский научно-исследовательский институт метрологии – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»,
г. Екатеринбург, Российская Федерация
e-mail: gosreestr_so@uniim.ru

В соответствии с требованиями Приказа Минпромторга России от 28.08.2020 № 2905¹ (вступил в силу 01.01.2021), решение о внесении изменений в сведения в части срока действия утвержденного типа стандартных образцов (далее – СО) принимает Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) на основании заявления правообладателя² утвержденного типа СО. К заявлению прилагается заключение по результатам рассмотрения конструкторской, технологической и (или) технической документации СО, подтверждающее, что изменения в конструкторскую, технологическую и (или) техническую документацию СО не вносились и сведения об утвержденном типе СО, содержащиеся в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений, соответствуют технической документации СО. Заявление при внесении изменений в сведения в части срока действия утвержденного типа СО подается не менее чем за 30 рабочих дней до окончания срока действия утвержденного типа СО.

Решение о внесении изменений в сведения об утвержденном типе СО принимается Росстандартом в форме приказа с продлением срока действия на последующие 5 лет с даты окончания действия утвержденного типа СО.

СО утвержденного типа, в сведения о которых внесены изменения в части срока действия СО, начиная с середины 2024 года, представлены в таблице.

¹ Приказ Минпромторга России от 28.08.2020 № 2905 «Об утверждении порядка проведения испытаний стандартных образцов или средств измерений в целях утверждения типа, порядка утверждения типа стандартных образцов или типа средств измерений, внесения изменений в сведения о них, порядка выдачи сертификатов об утверждении типа стандартных образцов или типа средств измерений, формы сертификатов об утверждении типа стандартных образцов или типа средств измерений, требований к знакам утверждения типа стандартных образцов или типа средств измерений и порядка их нанесения».

² Для СО серийного производства, тип которых утвержден до вступления в силу указанного приказа, заявление подает производитель/изготовитель СО. Для СО единичного производства, тип которых утвержден до вступления в силу вышеуказанного приказа, заявление подает юридическое лицо или индивидуальный предприниматель, осуществляющие разработку, ввоз на территорию Российской Федерации, продажу на территории Российской Федерации или использование СО данного.

Регистрационный номер СО	Наименование СО	Производство СО	Действует до
<i>Приказ Росстандарта № 1334 от 03.06.2024</i>			
ГСО 1418–92П	СО сплава на никелевой основе типа ХН70Ю (Н11)	серийное	01.08.2029
ГСО 1424–89П	СО стали углеродистой типа АС14 (У2)	серийное	01.08.2029
ГСО 1862–93П	СО сплава прецизионного на никелевой основе типа 80НХС (Н2)	серийное	01.08.2029
ГСО 4463–92П	СО стали углеродистой типа 05кп (У14)	серийное	01.08.2029
ГСО 6409–92	СО руды железной (Р24)	серийное	01.08.2029
ГСО 6655–93	СО окатышей железорудных (Р25)	серийное	01.08.2029
ГСО 8517–2004	СО стали легированной типа 40Х (УНЛ16)	серийное	01.08.2029
ГСО 9453–2009	СО концентрата железорудного (Р33)	серийное	01.08.2029
<i>Приказ Росстандарта № 1398 от 10.06.2024</i>			
ГСО 7928–2001	СО массовой доли воды в нефти и нефтепродуктах (ВН-0,1-ЭК)	серийное	26.07.2029
ГСО 7929–2001	СО массовой доли воды в нефти и нефтепродуктах (ВН-0,5-ЭК)	серийное	26.07.2029
ГСО 7930–2001	СО массовой доли воды в нефти и нефтепродуктах (ВН-1,0-ЭК)	серийное	26.07.2029
ГСО 7931–2001	СО массовой доли воды в нефти и нефтепродуктах (ВН-1,5-ЭК)	серийное	26.07.2029
ГСО 7932–2001	СО массовой доли воды в нефти и нефтепродуктах (ВН-2,0-ЭК)	серийное	26.07.2029
ГСО 7933–2001	СО массовой доли воды в нефти и нефтепродуктах (ВН-5,0-ЭК)	серийное	26.07.2029
ГСО 8133–2002	СО температуры вспышки углеводородов и масел в закрытом тигле (ТВЗТ-30-ЭК)	серийное	01.08.2029
ГСО 8134–2002	СО температуры вспышки углеводородов и масел в закрытом тигле (ТВЗТ-50-ЭК)	серийное	01.08.2029
ГСО 8135–2002	СО температуры вспышки углеводородов и масел в закрытом тигле (ТВЗТ-80-ЭК)	серийное	01.08.2029
ГСО 8136–2002	СО температуры вспышки углеводородов и масел в закрытом тигле (ТВЗТ-110-ЭК)	серийное	01.08.2029
ГСО 8137–2002	СО температуры вспышки углеводородов и масел в закрытом тигле (ТВЗТ-140-ЭК)	серийное	01.08.2029
ГСО 8138–2002	СО температуры вспышки углеводородов и масел в закрытом тигле (ТВЗТ-180-ЭК)	серийное	01.08.2029
ГСО 8523–2004	СО давления насыщенных паров нефти и нефтепродуктов (ДНП-10-ЭК)	серийное	01.08.2029
ГСО 8524–2004	СО давления насыщенных паров нефти и нефтепродуктов (ДНП-20-ЭК)	серийное	01.08.2029
ГСО 8525–2004	СО давления насыщенных паров нефти и нефтепродуктов (ДНП-30-ЭК)	серийное	01.08.2029
ГСО 8526–2004	СО давления насыщенных паров нефти и нефтепродуктов (ДНП-40-ЭК)	серийное	01.08.2029
ГСО 8527–2004	СО давления насыщенных паров нефти и нефтепродуктов (ДНП-50-ЭК)	серийное	01.08.2029
ГСО 8528–2004	СО давления насыщенных паров нефти и нефтепродуктов (ДНП-60-ЭК)	серийное	01.08.2029
ГСО 8714–2005	СО состава раствора фенола в этаноле	серийное	26.07.2029

Регистрационный номер СО	Наименование СО	Производство СО	Действует до
ГСО 8785–2006	СО фракционного состава нефтепродуктов (ФС-Б-ЭК)	серийное	26.07.2029
ГСО 8786–2006	СО фракционного состава нефтепродуктов (ФС-ДТ-ЭК)	серийное	26.07.2029
ГСО 8787–2006	СО фракционного состава нефтепродуктов (ФС-РТ-ЭК)	серийное	26.07.2029
<i>Приказ Росстандарта № 1399 от 10.06.2024</i>			
ГСО 8614–2004	СО плотности жидкости (ПЛ-690-ЭК)	серийное	26.07.2029
ГСО 8615–2004	СО плотности жидкости (ПЛ-730-ЭК)	серийное	26.07.2029
ГСО 8616–2004	СО плотности жидкости (ПЛ-750-ЭК)	серийное	26.07.2029
ГСО 8617–2004	СО плотности жидкости (ПЛ-780-ЭК)	серийное	26.07.2029
ГСО 8618–2004	СО плотности жидкости (ПЛ-810-ЭК)	серийное	26.07.2029
ГСО 8619–2004	СО плотности жидкости (ПЛ-850-ЭК)	серийное	26.07.2029
ГСО 8620–2004	СО плотности жидкости (ПЛ-870-ЭК)	серийное	26.07.2029
ГСО 8621–2004	СО плотности жидкости (ПЛ-880-ЭК)	серийное	26.07.2029
ГСО 8622–2004	СО плотности жидкости (ПЛ-900-ЭК)	серийное	26.07.2029
ГСО 8623–2004	СО плотности жидкости (ПЛ-1000-ЭК)	серийное	26.07.2029
ГСО 8624–2004	СО плотности жидкости (ПЛ-1330-ЭК)	серийное	26.07.2029
ГСО 8646–2005	СО состава раствора нефтепродуктов в водорастворимой матрице НВМ-1-ЭК	серийное	26.07.2029
ГСО 8647–2005	СО состава раствора нефтепродуктов в водорастворимой матрице НВМ-2-ЭК	серийное	26.07.2029
ГСО 8648–2005	СО состава раствора нефтепродуктов в водорастворимой матрице НВМ-3-ЭК	серийное	26.07.2029
ГСО 8649–2005	СО состава раствора нефтепродуктов в водорастворимой матрице НВМ-4-ЭК	серийное	26.07.2029
ГСО 8650–2005	СО состава раствора нефтепродуктов в водорастворимой матрице НВМ-5-ЭК	серийное	26.07.2029
ГСО 8651–2005	СО состава раствора нефтепродуктов в водорастворимой матрице НВМ-6-ЭК	серийное	26.07.2029
ГСО 8652–2005	СО состава раствора нефтепродуктов в водорастворимой матрице НВМ-7-ЭК	серийное	26.07.2029
ГСО 8653–2005	СО состава раствора нефтепродуктов в водорастворимой матрице НВМ-8-ЭК	серийное	26.07.2029
ГСО 8654–2005	СО состава раствора нефтепродуктов в водорастворимой матрице НВМ-9-ЭК	серийное	26.07.2029
<i>Приказ Росстандарта № 1400 от 10.06.2024</i>			
ГСО 7248–96	СО состава раствора нефтепродуктов (углеводородов) в четыреххлористом углероде	серийное	01.08.2029

Регистрационный номер СО	Наименование СО	Производство СО	Действует до
ГСО 7515–98	СО состава раствора бенз(а)пирена в гексане (ацетонитриле)	серийное	01.08.2029
ГСО 7748–99	СО состава водного раствора фосфат-ионов	серийное	01.08.2029
ГСО 7753–2000	СО состава водного раствора нитрит-ионов	серийное	01.08.2029
ГСО 7820–2000	СО состава водного раствора нитрат-ионов	серийное	01.08.2029
ГСО 7855–2000	СО массовой доли механических примесей в нефти и нефтепродуктах (МПН-0,005-ЭК)	серийное	26.07.2029
ГСО 7856–2000	СО массовой доли механических примесей в нефти и нефтепродуктах (МПН-0,015-ЭК)	серийное	26.07.2029
ГСО 7857–2000	СО массовой доли механических примесей в нефти и нефтепродуктах (МПН-0,050-ЭК)	серийное	26.07.2029
ГСО 7858–2000	СО массовой доли механических примесей в нефти и нефтепродуктах (МПН-0,250-ЭК)	серийное	26.07.2029
ГСО 7859–2000	СО массовой доли механических примесей в нефти и нефтепродуктах (МПН-1,000-ЭК)	серийное	26.07.2029
ГСО 7897–2001	СО содержания хлористых солей в нефти и нефтепродуктах (ХСН-5-ЭК)	серийное	26.07.2029
ГСО 7898–2001	СО содержания хлористых солей в нефти и нефтепродуктах (ХСН-10-ЭК)	серийное	26.07.2029
ГСО 7899–2001	СО содержания хлористых солей в нефти и нефтепродуктах (ХСН-50-ЭК)	серийное	26.07.2029
ГСО 7900–2001	СО содержания хлористых солей в нефти и нефтепродуктах (ХСН-100-ЭК)	серийное	26.07.2029
ГСО 7901–2001	СО содержания хлористых солей в нефти и нефтепродуктах (ХСН-300-ЭК)	серийное	26.07.2029
ГСО 7902–2001	СО содержания хлористых солей в нефти и нефтепродуктах (ХСН-900-ЭК)	серийное	26.07.2029
ГСО 8852–2007	СО содержания хлорорганических соединений в нефти (ХОН-2-ЭК)	серийное	01.08.2029
ГСО 11316–2019	СО перманганатной окисляемости воды (ПО-ЭК)	серийное	26.07.2029
<i>Приказ Росстандарта № 1401 от 10.06.2024</i>			
ГСО 10276–2013	СО массовой доли металлов в шлаке медеплавильного производства (ШМ СО УНИИМ)	серийное	21.08.2029
ГСО 11131–2018	СО сорбционных свойств нанопористого оксида кремния (15-SiO ₂ СО УНИИМ)	серийное	05.09.2029
ГСО 11358–2019	СО пористости нанопористого оксида алюминия (ХПРП-Al ₂ O ₃ СО УНИИМ)	серийное	01.08.2029
ГСО 11359–2019	СО пористости мембраны на основе оксида алюминия (Al ₂ O ₃ -9000 СО УНИИМ)	серийное	01.08.2029
ГСО 7764–2000	СО состава раствора ионов меди	серийное	01.08.2029
ГСО 7765–2000	СО состава раствора ионов железа (III)	серийное	01.08.2029
ГСО 7766–2000	СО состава раствора ионов железа (III)	серийное	01.08.2029
ГСО 7781–2000	СО состава раствора ионов хрома (VI)	серийное	01.08.2029
ГСО 7784–2000	СО состава раствора ионов кобальта	серийное	01.08.2029

Регистрационный номер СО	Наименование СО	Производство СО	Действует до
ГСО 7786–2000	СО состава раствора ионов аммония	серийное	01.08.2029
ГСО 7792–2000	СО состава раствора нитрит-ионов	серийное	01.08.2029
ГСО 7793–2000	СО состава раствора нитрат-ионов	серийное	01.08.2029
ГСО 7812–2000	СО состава раствора сульфат-ионов	серийное	01.08.2029
ГСО 7813–2000	СО состава раствора хлорид-ионов	серийное	01.08.2029
<i>Приказ Росстандарта № 1440 от 17.06.2024</i>			
ГСО 10270–2013	СО динамических магнитных свойств стали электротехнической холодно-катаной анизотропной	серийное	21.08.2029
ГСО 10271–2013	СО динамических магнитных свойств стали электротехнической холодно-катаной анизотропной (СОТЭС)	серийное	21.08.2029
ГСО 7754–2000	СО внешней удельной поверхности частиц железистых кварцитов (СОУП-1)	серийное	27.09.2029
ГСО 7755–2000	СО внешней удельной поверхности частиц железистых кварцитов (СОУП-2)	серийное	27.09.2029
ГСО 10302–2013	СО кислотности нефтепродуктов (имитатор) (СО КН-ПА)	серийное	06.09.2029
ГСО 10303–2013	СО массовой доли коксового остатка нефтепродуктов (СО КК-ПА)	серийное	06.09.2029
ГСО 10317–2013	СО массовой концентрации нефтепродуктов в водорастворимой органической жидкости (СО НВМ-ПА)	серийное	06.09.2029
ГСО 10318–2013	СО массовой доли азота в нефтепродуктах (имитатор)(СО МДАН-ПА)	серийное	06.09.2029
ГСО 10319–2013	СО зольности нефтепродуктов (СО ЗЛ-ПА)	серийное	06.09.2029
ГСО 11379–2019	СО массовой концентрации нефтепродуктов в гексане (СО НПГ-ПА)	серийное	16.09.2029
ГСО 11380–2019	СО состава и свойств нефти (СО СС-ТН-ПА-1)	серийное	16.09.2029
ГСО 11381–2019	СО состава и свойств нефти (СО СС-ТН-ПА-2)	серийное	16.09.2029
<i>Приказ Росстандарта № 1469 от 21.06.2024</i>			
ГСО 10463–2014	СО состава газовой смеси углеводородных газов (УГ-А-1)	серийное	26.07.2029
ГСО 10464–2014	СО состава газовой смеси углеводородных газов (УГ-А-2)	серийное	26.07.2029
ГСО 10465–2014	СО состава газовой смеси инертных и постоянных газов (ИП-А-1)	серийное	26.07.2029
ГСО 10466–2014	СО состава газовой смеси инертных и постоянных газов (ИП-А-2)	серийное	26.07.2029
ГСО 10467–2014	СО состава газовой смеси химически активных газов (ХАГ-А-1)	серийное	26.07.2029
ГСО 10468–2014	СО состава газовой смеси химически активных газов (ХАГ-А-2)	серийное	26.07.2029
ГСО 10677–2015	СО массовой доли серы в нефтепродуктах (ИНТЕГРСО СРФА-1)	серийное	26.07.2029
ГСО 10679–2015	СО массовой доли серы в нефтепродуктах (ИНТЕГРСО СРФА-3)	серийное	26.07.2029
ГСО 10680–2015	СО массовой доли серы в нефтепродуктах (ИНТЕГРСО СРФА-4)	серийное	26.07.2029
ГСО 10681–2015	СО массовой доли серы в нефтепродуктах (ИНТЕГРСО СРФА-5)	серийное	26.07.2029
ГСО 10684–2015	СО массовой доли серы в нефтепродуктах (ИНТЕГРСО СРФА-8)	серийное	26.07.2029

Регистрационный номер СО	Наименование СО	Производство СО	Действует до
ГСО 10686–2015	СО массовой доли серы в нефтепродуктах (ИНТЕГРСО СРФА-10)	серийное	26.07.2029
ГСО 10688–2015	СО массовой доли серы в нефтепродуктах (ИНТЕГРСО СРФА-12)	серийное	26.07.2029
ГСО 10689–2015	СО массовой доли серы в нефтепродуктах (ИНТЕГРСО СРФА-13)	серийное	26.07.2029
ГСО 10690–2015	СО массовой доли серы в нефтепродуктах (ИНТЕГРСО СРФА-14)	серийное	26.07.2029
ГСО 10691–2015	СО массовой доли серы в нефтепродуктах (ИНТЕГРСО СРФА-15)	серийное	26.07.2029
ГСО 11346–2019	СО поверхностной плотности, толщины оловянного покрытия и подслоя никеля на меди (СО УНИИМ ППТ О/Н/М 1)	серийное	26.07.2029
ГСО 11347–2019	СО поверхностной плотности, толщины оловянного покрытия и подслоя никеля на меди (СО УНИИМ ППТ О/Н/М 2)	серийное	26.07.2029
ГСО 11348–2019	СО поверхностной плотности, толщины оловянного покрытия и подслоя никеля на меди (СО УНИИМ ППТ О/Н/М 3)	серийное	26.07.2029
ГСО 11349–2019	СО поверхностной плотности, толщины оловянного покрытия и подслоя никеля на меди (СО УНИИМ ППТ О/Н/М 4)	серийное	26.07.2029
ГСО 11350–2019	СО поверхностной плотности, толщины оловянного покрытия и подслоя никеля на меди (СО УНИИМ ППТ О/Н/М 5)	серийное	26.07.2029
ГСО 11351–2019	СО поверхностной плотности, толщины оловянного покрытия и подслоя никеля на меди (СО УНИИМ ППТ О/Н/М 6)	серийное	26.07.2029
ГСО 11352–2019	СО поверхностной плотности, толщины оловянного покрытия и подслоя никеля на меди (СО УНИИМ ППТ О/Н/М 7)	серийное	26.07.2029
ГСО 11353–2019	СО поверхностной плотности, толщины оловянного покрытия и подслоя никеля на меди (СО УНИИМ ППТ О/Н/М 8)	серийное	26.07.2029
ГСО 11354–2019	СО поверхностной плотности, толщины оловянного покрытия и подслоя никеля на меди (СО УНИИМ ППТ О/Н/М 9)	серийное	26.07.2029
ГСО 11355–2019	СО поверхностной плотности, толщины оловянного покрытия и подслоя никеля на меди (СО УНИИМ ППТ О/Н/М 10)	серийное	26.07.2029
ГСО 11356–2019	СО поверхностной плотности, толщины оловянного покрытия и подслоя никеля на меди (СО УНИИМ ППТ О/Н/М 11)	серийное	26.07.2029
ГСО 11357–2019	СО поверхностной плотности, толщины оловянного покрытия и подслоя никеля на меди (СО УНИИМ ППТ О/Н/М 12)	серийное	26.07.2029
ГСО 10469–2014	СО температуры вспышки нефтепродуктов в закрытом тигле (ТВЗТ-ВНИИМ-30)	серийное	26.07.2029
ГСО 10470–2014	СО температуры вспышки нефтепродуктов в закрытом тигле (ТВЗТ-ВНИИМ-50)	серийное	26.07.2029
ГСО 10471–2014	СО температуры вспышки нефтепродуктов в закрытом тигле (ТВЗТ-ВНИИМ-70)	серийное	26.07.2029
ГСО 10472–2014	СО температуры вспышки нефтепродуктов в закрытом тигле (ТВЗТ-ВНИИМ-130)	серийное	26.07.2029
ГСО 10473–2014	СО температуры вспышки нефтепродуктов в закрытом тигле (ТВЗТ-ВНИИМ-200)	серийное	26.07.2029

Регистрационный номер СО	Наименование СО	Производство СО	Действует до
ГСО 11366–2019	СО состава раствора эфиров ортофталевой кислоты (фталатов) в метаноле (6ФТЛТ-ВНИИМ)	серийное	01.08.2029
<i>Приказ Росстандарта № 1503 от 25.06.2024</i>			
ГСО 9330–2009	СО давления насыщенных паров нефтепродуктов (ДНП-10-НС)	серийное	06.09.2029
ГСО 9331–2009	СО давления насыщенных паров нефтепродуктов (ДНП-20-НС)	серийное	06.09.2029
ГСО 9332–2009	СО давления насыщенных паров нефтепродуктов (ДНП-30-НС)	серийное	06.09.2029
ГСО 9333–2009	СО давления насыщенных паров нефтепродуктов (ДНП-40-НС)	серийное	06.09.2029
ГСО 9334–2009	СО давления насыщенных паров нефтепродуктов (ДНП-50-НС)	серийное	06.09.2029
ГСО 9335–2009	СО давления насыщенных паров нефтепродуктов (ДНП-60-НС)	серийное	06.09.2029
ГСО 9336–2009	СО кислотного числа нефтепродуктов (КЧ-0,02-НС)	серийное	06.09.2029
ГСО 9337–2009	СО кислотного числа нефтепродуктов (КЧ-0,05-НС)	серийное	06.09.2029
ГСО 9338–2009	СО кислотного числа нефтепродуктов (КЧ-0,1-НС)	серийное	06.09.2029
ГСО 9339–2009	СО кислотного числа нефтепродуктов (КЧ-0,5-НС)	серийное	06.09.2029
ГСО 9340–2009	СО кислотности нефтепродуктов (К-0,3-НС)	серийное	06.09.2029
ГСО 9341–2009	СО кислотности нефтепродуктов (К-0,5-НС)	серийное	06.09.2029
ГСО 9342–2009	СО кислотности нефтепродуктов (К-1,0-НС)	серийное	06.09.2029
ГСО 9351–2009	СО температуры вспышки нефтепродуктов в открытом тигле (ТВ0Т-150-НС)	серийное	06.09.2029
ГСО 9352–2009	СО температуры вспышки нефтепродуктов в открытом тигле (ТВ0Т-190-НС)	серийное	06.09.2029
ГСО 9353–2009	СО температуры вспышки нефтепродуктов в открытом тигле (ТВ0Т-230-НС)	серийное	06.09.2029
ГСО 9354–2009	СО температуры вспышки нефтепродуктов в открытом тигле (ТВ0Т-270-НС)	серийное	06.09.2029
ГСО 9355–2009	СО температуры вспышки нефтепродуктов в закрытом тигле (ТВЗТ-30-НС)	серийное	06.09.2029
ГСО 9356–2009	СО температуры вспышки нефтепродуктов в закрытом тигле (ТВЗТ-50-НС)	серийное	06.09.2029
ГСО 9357–2009	СО температуры вспышки нефтепродуктов в закрытом тигле (ТВЗТ-140-НС)	серийное	06.09.2029
ГСО 9358–2009	СО температуры вспышки нефтепродуктов в закрытом тигле (ТВЗТ-180-НС)	серийное	06.09.2029
ГСО 9402–2009	СО массовой доли серы в минеральном масле (СН-0,000-НС)	серийное	19.09.2029
ГСО 9403–2009	СО массовой доли серы в минеральном масле (СН-0,005-НС)	серийное	19.09.2029
ГСО 9404–2009	СО массовой доли серы в минеральном масле (СН-0,010-НС)	серийное	19.09.2029
ГСО 9405–2009	СО массовой доли серы в минеральном масле (СН-0,030-НС)	серийное	19.09.2029
ГСО 9406–2009	СО массовой доли серы в минеральном масле (СН-0,060-НС)	серийное	19.09.2029

Регистрационный номер СО	Наименование СО	Производство СО	Действует до
ГСО 9407–2009	СО массовой доли серы в минеральном масле (СН-0,100-НС)	серийное	19.09.2029
ГСО 9408–2009	СО массовой доли серы в минеральном масле (СН-0,200-НС)	серийное	19.09.2029
ГСО 9409–2009	СО массовой доли серы в минеральном масле (СН-0,500-НС)	серийное	19.09.2029
ГСО 9410–2009	СО массовой доли серы в минеральном масле (СН-1,000-НС)	серийное	19.09.2029
ГСО 9411–2009	СО массовой доли серы в минеральном масле (СН-1,500-НС)	серийное	19.09.2029
ГСО 9412–2009	СО массовой доли серы в минеральном масле (СН-2,000-НС)	серийное	19.09.2029
ГСО 9413–2009	СО массовой доли серы в минеральном масле (СН-2,500-НС)	серийное	19.09.2029
ГСО 9414–2009	СО массовой доли серы в минеральном масле (СН-3,000-НС)	серийное	19.09.2029
ГСО 9415–2009	СО массовой доли серы в минеральном масле (СН-4,000-НС)	серийное	19.09.2029
ГСО 9416–2009	СО массовой доли серы в минеральном масле (СН-5,000-НС)	серийное	19.09.2029
<i>Приказ Росстандарта № 1545 от 28.06.2024</i>			
ГСО 10496–2014	СО массовой доли титана в растворе (Ti СО УНИИМ)	серийное	06.09.2029
ГСО 11376–2019	СО пористости мембраны на основе оксида алюминия (Al ₂ O ₃ –60000 СО УНИИМ)	серийное	16.09.2029
ГСО 11388–2019	СО удельного электрического сопротивления горных пород (имитатор) (УЭСГП-0,0002)	серийное	26.09.2029
ГСО 11389–2019	СО удельного электрического сопротивления горных пород (имитатор) (УЭСГП-0,01)	серийное	26.09.2029
ГСО 11390–2019	СО удельного электрического сопротивления горных пород (имитатор) (УЭСГП-0,1)	серийное	26.09.2029
ГСО 11391–2019	СО удельного электрического сопротивления горных пород (имитатор) (УЭСГП-1)	серийное	26.09.2029
ГСО 11392–2019	СО удельного электрического сопротивления горных пород (имитатор) (УЭСГП-10)	серийное	26.09.2029
ГСО 11393–2019	СО удельного электрического сопротивления горных пород (имитатор) (УЭСГП-100)	серийное	26.09.2029
ГСО 11394–2019	СО удельного электрического сопротивления горных пород (имитатор) (УЭСГП-1000)	серийное	26.09.2029
ГСО 11395–2019	СО удельного электрического сопротивления горных пород (имитатор) (УЭСГП-3500)	серийное	26.09.2029
ГСО 11396–2019	СО удельного электрического сопротивления горных пород (имитатор) (УЭСГП-6000)	серийное	26.09.2029
ГСО 11397–2019	СО удельного электрического сопротивления горных пород (имитатор) (УЭСГП-10000)	серийное	26.09.2029
<i>Приказ Росстандарта № 1546 от 28.06.2024</i>			
ГСО 10482–2014	СО состава и свойств мазута топочного (СТ-М)	серийное	01.08.2029
ГСО 10483–2014	СО состава и свойств топлива для реактивных двигателей (СТ-РТ)	серийное	01.08.2029

Регистрационный номер СО	Наименование СО	Производство СО	Действует до
ГСО 10484–2014	СО состава и свойств масла индустриального (СТ-МИ)	серийное	01.08.2029
ГСО 10485–2014	СО состава и свойств масла трансформаторного (СТ-МТФ)	серийное	01.08.2029
ГСО 10486–2014	СО состава и свойств масла компрессорного (СТ-МК)	серийное	01.08.2029
<i>Приказ Росстандарта № 1592 от 03.07.2024</i>			
ГСО 8544–2004	СО состава кислоты борной, обогащенной изотопом бор-10 (БК)	серийное	01.08.2029
ГСО 9465–2009	СО массовой доли воды в нефтепродуктах (ВН-1,5-НС)	серийное	07.10.2029
ГСО 9466–2009	СО массовой доли воды в нефтепродуктах (ВН-2,0-НС)	серийное	07.10.2029
ГСО 9467–2009	СО массовой доли воды в нефтепродуктах (ВН-5,0-НС)	серийное	07.10.2029
ГСО 9471–2009	СО массовой доли механических примесей в нефтепродуктах (МПН-0,250-НС)	серийное	07.10.2029
ГСО 9472–2009	СО массовой доли механических примесей в нефтепродуктах (МПН-1,000-НС)	серийное	07.10.2029
ГСО 9473–2009	СО массовой концентрации хлористых солей в нефтепродуктах (ХСН-300-НС)	серийное	07.10.2029
ГСО 9474–2009	СО массовой концентрации хлористых солей в нефтепродуктах (ХСН-900-НС)	серийное	07.10.2029
<i>Приказ Росстандарта № 1631 от 03.07.2024</i>			
ГСО 1636–89П	СО стали углеродистой типа У12А (У8)	серийное	06.09.2029
ГСО 11122–2018	СО состава раствора ионов алюминия	серийное	05.09.2029
ГСО 11123–2018	СО состава раствора ионов индия	серийное	05.09.2029
ГСО 11124–2018	СО состава раствора ионов магния	серийное	05.09.2029
ГСО 11125–2018	СО состава раствора ионов никеля	серийное	05.09.2029
ГСО 11126–2018	СО состава раствора ионов титана	серийное	05.09.2029
<i>Приказ Росстандарта № 1712 от 24.07.2024</i>			
ГСО 11383–2019	СО состава раствора пропанола-1	серийное	16.09.2029
ГСО 11384–2019	СО состава раствора пропанола-2	серийное	16.09.2029
ГСО 7516–99	СО изотопного состава урана (СОИСУ-238)	серийное	07.09.2029
ГСО 7517–99	СО изотопного состава урана (СОИСУ-236)	серийное	07.09.2029
ГСО 7518–99	СО изотопного состава урана (СОИСУ-0011)	серийное	07.09.2029
ГСО 7519–99	СО изотопного состава урана (СОИСУ-0031)	серийное	07.09.2029
ГСО 7520–99	СО изотопного состава урана (СОИСУ-0061)	серийное	07.09.2029
ГСО 7521–99	СО изотопного состава урана (СОИСУ-0075)	серийное	07.09.2029
ГСО 7522–99	СО изотопного состава урана (СОИСУ-0110)	серийное	07.09.2029
ГСО 7523–99	СО изотопного состава урана (СОИСУ-0165)	серийное	07.09.2029

Регистрационный номер СО	Наименование СО	Производство СО	Действует до
ГСО 7524–99	СО изотопного состава урана (СОИСУ-0200)	серийное	07.09.2029
ГСО 7525–99	СО изотопного состава урана (СОИСУ-0255)	серийное	07.09.2029
ГСО 7526–99	СО изотопного состава урана (СОИСУ-0300)	серийное	07.09.2029
ГСО 7527–99	СО изотопного состава урана (СОИСУ-0335)	серийное	07.09.2029
ГСО 7528–99	СО изотопного состава урана (СОИСУ-0360)	серийное	07.09.2029
ГСО 7529–99	СО изотопного состава урана (СОИСУ-0380)	серийное	07.09.2029
ГСО 7530–99	СО изотопного состава урана (СОИСУ-0415)	серийное	07.09.2029
ГСО 7531–99	СО изотопного состава урана (СОИСУ-0455)	серийное	07.09.2029
ГСО 7532–99	СО изотопного состава урана (СОИСУ-0500)	серийное	07.09.2029
ГСО 7533–99	СО изотопного состава урана (СОИСУ-0575)	серийное	07.09.2029
ГСО 7534–99	СО изотопного состава урана (СОИСУ-0650)	серийное	07.09.2029
ГСО 7535–99	СО изотопного состава урана (СОИСУ-1000)	серийное	07.09.2029
ГСО 7536–99	СО изотопного состава урана (СОИСУ-1400)	серийное	07.09.2029
ГСО 7537–99	СО изотопного состава урана (СОИСУ-2000)	серийное	07.09.2029
ГСО 7538–99	СО изотопного состава урана (СОИСУ-2600)	серийное	07.09.2029
ГСО 7539–99	СО изотопного состава урана (СОИСУ-3310)	серийное	07.09.2029
ГСО 7540–99	СО изотопного состава урана (СОИСУ-3650)	серийное	07.09.2029
ГСО 7541–99	СО изотопного состава урана (СОИСУ-5000)	серийное	07.09.2029
ГСО 7542–99	СО изотопного состава урана (СОИСУ-7700)	серийное	07.09.2029
ГСО 7543–99	СО изотопного состава урана (СОИСУ-9020)	серийное	07.09.2029
ГСО 7544–99	СО изотопного состава урана (СОИСУ-9800)	серийное	07.09.2029
ГСО 7545–99	СО изотопного состава урана (СОИСУ-235)	серийное	07.09.2029
ГСО 7911–2001	СО состава гексафторида урана	серийное	07.09.2029
<i>Приказ Росстандарта № 1765 от 24.07.2024</i>			
ГСО 7980–2002	СО изотопного состава урана	серийное	07.09.2029
ГСО 2312–82/ 2316–82	СО температур и теплот фазовых переходов (комплект СОТСФ)	серийное	06.09.2029
ГСО 11377–2019	СО состава аскорбиновой кислоты (АК СО УНИИМ)	серийное	16.09.2029
ГСО 11378–2019	СО состава раствора паратион-метила (ПМ СО УНИИМ)	серийное	16.09.2029
ГСО 11399–2019	СО состава молока сухого (АСМ-ЗСО УНИИМ)	серийное	07.10.2029
<i>Приказ Росстандарта № 1784 от 05.08.2024</i>			
ГСО 8941–2008	СО плотности газового конденсата (ГК-П)	серийное	06.12.2029

Регистрационный номер СО	Наименование СО	Производство СО	Действует до
ГСО 8942–2008	СО кинематической вязкости газового конденсата (ГК-В)	серийное	06.12.2029
ГСО 8943–2008	СО давления насыщенных паров газового конденсата (ГК-ДНП)	серийное	06.12.2029
ГСО 8944–2008	СО фракционного состава газового конденсата (ГК-ФС)	серийное	06.12.2029
ГСО 8945–2008	СО массовой доли механических примесей в газовом конденсате (ГК-МП)	серийное	06.12.2029
ГСО 8946–2008	СО массовой доли хлорорганических соединений в газовом конденсате (ГК-ХО)	серийное	06.12.2029
ГСО 8947–2008	СО массовой доли воды в газовом конденсате (ГК-МВ)	серийное	06.12.2029
ГСО 8948–2008	СО массовой доли серы в газовом конденсате (ГК-С)	серийное	06.12.2029
ГСО 8949–2008	СО массовой концентрации хлористых солей в газовом конденсате (ГК-ХС)	серийное	06.12.2029
ГСО 9493–2009	СО состава и свойств топлива дизельного (СТ-ДТ)	серийное	01.11.2029
ГСО 9494–2009	СО состава и свойств масла моторного (СТ-ММ)	серийное	01.11.2029
ГСО 9495–2009	СО состава и свойств бензина автомобильного (СТ-Б)	серийное	01.11.2029
ГСО 9496–2009	СО состава и свойств масла турбинного (СТ-МТ)	серийное	01.11.2029
<i>Приказ Росстандарта № 1836 от 09.08.2024</i>			
ГСО 11148–2018/ ГСО 11151–2018	СО магнитных свойств магнитотвердых материалов на основе сплава SmCo (набор МС SmCo)	серийное	01.11.2029
ГСО 11386–2019	СО каталитической концентрации щелочной фосфатазы	серийное	13.09.2029
ГСО 11387–2019	СО каталитической концентрации α -амилазы	серийное	13.09.2029
<i>Приказ Росстандарта № 1915 от 16.08.2024</i>			
ГСО 8661–2005	СО состава пылевых выбросов ГМК «Норильский никель» (НН-П125)	единичное	21.09.2034
ГСО 8662–2005	СО состава пылевых выбросов ГМК «Норильский никель» (НН-П126)	единичное	21.09.2034
ГСО 8663–2005	СО состава пылевых выбросов ГМК «Норильский никель» (НН-П127)	единичное	21.09.2034
ГСО 8665–2005	СО состава пылевых выбросов ГМК «Норильский никель» (НН-П140)	единичное	21.09.2034
<i>Приказ Росстандарта № 1916 от 16.08.2024</i>			
ГСО 9447–2009	СО поглощенной дозы фотонного ионизирующего излучения (силикатное стекло с добавкой никеля), (СО ПД(ДТС) – 0,05/10)	серийное	07.10.2029
ГСО 11406–2019	СО водного раствора кадмия (ИСП – СО Cd)	серийное	22.10.2029
ГСО 11407–2019	СО состава водного раствора кобальта (ИСП – СО Co)	серийное	22.10.2029
ГСО 11408–2019	СО состава водного раствора лития (ИСП – СО Li)	серийное	22.10.2029
ГСО 11409–2019	СО состава водного раствора свинца (ИСП – СО Pb)	серийное	22.10.2029
<i>Приказ Росстандарта № 1917 от 16.08.2024</i>			
ГСО 8150–2002	СО температуры вспышки углеводородов и масел в открытом тигле (ТВОТ-80-ЭК)	серийное	27.09.2029

Регистрационный номер СО	Наименование СО	Производство СО	Действует до
ГСО 8151–2002	СО температуры вспышки углеводородов и масел в открытом тигле (ТВ0Т-110-ЭК)	серийное	27.09.2029
ГСО 8152–2002	СО температуры вспышки углеводородов и масел в открытом тигле (ТВ0Т-150-ЭК)	серийное	27.09.2029
ГСО 8153–2002	СО температуры вспышки углеводородов и масел в открытом тигле (ТВ0Т-190-ЭК)	серийное	27.09.2029
ГСО 8154–2002	СО температуры вспышки углеводородов и масел в открытом тигле (ТВ0Т-230-ЭК)	серийное	27.09.2029
ГСО 8155–2002	СО температуры вспышки углеводородов и масел в открытом тигле (ТВ0Т-270-ЭК)	серийное	27.09.2029
ГСО 8170–2002	СО массовой доли серы в минеральном масле (СН-0,000-ЭК)	серийное	07.10.2029
ГСО 8171–2002	СО массовой доли серы в минеральном масле (СН-0,005-ЭК)	серийное	27.09.2029
ГСО 8172–2002	СО массовой доли серы в минеральном масле (СН-0,010-ЭК)	серийное	27.09.2029
ГСО 8173–2002	СО массовой доли серы в минеральном масле (СН-0,030-ЭК)	серийное	27.09.2029
ГСО 8174–2002	СО массовой доли серы в минеральном масле (СН-0,060-ЭК)	серийное	27.09.2029
ГСО 8175–2002	СО массовой доли серы в минеральном масле (СН-0,100-ЭК)	серийное	27.09.2029
ГСО 8176–2002	СО массовой доли серы в минеральном масле (СН-0,500-ЭК)	серийное	27.09.2029
ГСО 8177–2002	СО массовой доли серы в минеральном масле (СН-1,000-ЭК)	серийное	27.09.2029
ГСО 8178–2002	СО массовой доли серы в минеральном масле (СН-2,500-ЭК)	серийное	27.09.2029
ГСО 8179–2002	СО массовой доли серы в минеральном масле (СН-5,000-ЭК)	серийное	27.09.2029
ГСО 8415–2003	СО содержания меркаптановой серы в нефтепродуктах (СМ-0,001-ЭК)	серийное	27.09.2029
ГСО 8416–2003	СО содержания меркаптановой серы в нефтепродуктах (СМ-0,003-ЭК)	серийное	27.09.2029
ГСО 8417–2003	СО содержания меркаптановой серы в нефтепродуктах (СМ-0,005-ЭК)	серийное	27.09.2029
ГСО 8418–2003	СО содержания меркаптановой серы в нефтепродуктах (СМ-0,01-ЭК)	серийное	27.09.2029
ГСО 8419–2003	СО содержания меркаптановой серы в нефтепродуктах (СМ-0,03-ЭК)	серийное	27.09.2029
ГСО 8494–2003	СО массовой доли серы в минеральном масле (СН-0,200-ЭК)	серийное	27.09.2029
ГСО 8495–2003	СО массовой доли серы в минеральном масле (СН-1,500-ЭК)	серийное	27.09.2029
ГСО 8496–2003	СО массовой доли серы в минеральном масле (СН-2,000-ЭК)	серийное	27.09.2029
ГСО 8497–2003	СО массовой доли серы в минеральном масле (СН-3,000-ЭК)	серийное	27.09.2029
ГСО 8498–2003	СО массовой доли серы в минеральном масле (СН-4,000-ЭК)	серийное	27.09.2029
<i>Приказ Росстандарта № 1925 от 16.08.2024</i>			
ГСО 7616–99	СО состава водного раствора хлорид-ионов	серийное	07.10.2029
ГСО 7617–99	СО состава водного раствора хлорид-ионов	серийное	07.10.2029
ГСО 7680–99	СО общей жесткости воды	серийное	07.10.2029

Регистрационный номер СО	Наименование СО	Производство СО	Действует до
ГСО 7681–99	СО состава водного раствора ионов магния	серийное	07.10.2029
ГСО 7682–99	СО состава водного раствора ионов кальция	серийное	07.10.2029
ГСО 7683–99	СО состава водного раствора сульфат-ионов	серийное	07.10.2029
ГСО 7684–99	СО состава водного раствора сульфат-ионов	серийное	07.10.2029
ГСО 7747–99	СО состава водного раствора ионов аммония	серийное	07.10.2029
ГСО 7814–2000	СО состава толуола (Т-ЭК)	серийное	07.10.2029
ГСО 7835–2000	СО состава водного раствора ионов железа (III) (НК-ЭК)	серийное	07.10.2029
ГСО 7836–2000	СО состава водного раствора ионов меди (НК-ЭК)	серийное	07.10.2029
ГСО 7837–2000	СО состава водного раствора ионов цинка (НК-ЭК)	серийное	07.10.2029
ГСО 7872–2000	СО состава раствора ионов железа (III) (НК-ЭК)	серийное	07.10.2029
ГСО 7873–2000	СО состава раствора ионов никеля (НК-ЭК)	серийное	07.10.2029
ГСО 7874–2000	СО состава раствора ионов кадмия (НК-ЭК)	серийное	07.10.2029
ГСО 7875–2000	СО состава раствора ионов марганца (II) (НК-ЭК)	серийное	07.10.2029
ГСО 7876–2000	СО состава раствора ионов марганца (II) (НК-ЭК)	серийное	07.10.2029
ГСО 8406–2003	СО кислотности нефтепродуктов (К-0,5-ЭК)	серийное	07.10.2029
ГСО 8407–2003	СО кислотности нефтепродуктов (К-1,0-ЭК)	серийное	07.10.2029
ГСО 8408–2003	СО кислотности нефтепродуктов (К-3,0-ЭК)	серийное	07.10.2029
ГСО 8409–2003	СО кислотности нефтепродуктов (К-5,0-ЭК)	серийное	07.10.2029
ГСО 8420–2003	СО кислотности нефтепродуктов (К-0,3-ЭК)	серийное	07.10.2029
ГСО 8499–2003	СО кислотного числа нефтепродуктов (КЧ-0,02-ЭК)	серийное	07.10.2029
ГСО 8500–2003	СО кислотного числа нефтепродуктов (КЧ-0,05-ЭК)	серийное	07.10.2029
ГСО 8501–2003	СО кислотного числа нефтепродуктов (КЧ-0,1-ЭК)	серийное	07.10.2029
ГСО 8502–2003	СО кислотного числа нефтепродуктов (КЧ-0,3-ЭК)	серийное	07.10.2029
ГСО 8503–2003	СО кислотного числа нефтепродуктов (КЧ-0,5-ЭК)	серийное	07.10.2029
ГСО 8504–2003	СО кислотного числа нефтепродуктов (КЧ-1,0-ЭК)	серийное	07.10.2029
ГСО 8860–2007	СО содержания хлорорганических соединений в нефти (ХО-0,4-ЭК)	серийное	07.10.2029
ГСО 8861–2007	СО содержания хлорорганических соединений в нефти (ХО-13-ЭК)	серийное	07.10.2029
ГСО 8862–2007	СО содержания хлорорганических соединений в нефти (ХО-130-ЭК)	серийное	07.10.2029
<i>Приказ Росстандарта № 1971 от 21.08.2024</i>			
ГСО 7912–2001	СО удельной поверхности дисперсного пористого материала	серийное	18.12.2029
ГСО 8414–2003	СО вязкости жидкости (комплект СОВт)	серийное	14.10.2029
ГСО 9884–2011	СО состава борной кислоты обогащенной изотопом В-10 (SRM 952)	серийное	09.11.2029

Регистрационный номер СО	Наименование СО	Производство СО	Действует до
<i>Приказ Росстандарта № 2021 от 28.08.2024</i>			
ГСО 8536–2004	СО абсолютного давления насыщенных паров нефтепродуктов (АДНП-10)	серийное	14.10.2029
ГСО 8537–2004	СО абсолютного давления насыщенных паров нефтепродуктов (АДНП-20)	серийное	14.10.2029
ГСО 8538–2004	СО абсолютного давления насыщенных паров нефтепродуктов (АДНП-30)	серийное	14.10.2029
ГСО 8539–2004	СО абсолютного давления насыщенных паров нефтепродуктов (АДНП-40)	серийное	14.10.2029
ГСО 8540–2004	СО абсолютного давления насыщенных паров нефтепродуктов (АДНП-50)	серийное	14.10.2029
ГСО 8541–2004	СО абсолютного давления насыщенных паров нефтепродуктов (АДНП-100)	серийное	14.10.2029
ГСО 9088–2008	СО массовой доли воды в органической жидкости (ВФ-ВНИИМ-0,01)	серийное	01.11.2029
ГСО 9428–2009	СО состава и свойств антрацита (АН-ВНИИМ)	серийное	07.10.2029
<i>Приказ Росстандарта № 2163 от 09.09.2024</i>			
ГСО 345–90П	СО ферросилиция типа ФС75 (Ф3)	серийное	22.10.2029
ГСО 888–93П	СО стали углеродистой типа Ст0 (С2)	серийное	22.10.2029
ГСО 963–93П	СО огнеупора муллитового типа МЛЛД (К3)	серийное	22.10.2029
ГСО 1376–92П	СО ферросилиция типа ФС75 (Ф4)	серийное	22.10.2029
ГСО 2072–91П	СО силикокальция типа СК25 (Ф26)	серийное	22.10.2029
ГСО 2892–84	СО феррованадия азотированного типа ФВд40Н8Мн6 (Ф32)	серийное	22.10.2029
ГСО 2894–84	СО феррохрома азотированного типа ФХН100Б (Ф15)	серийное	22.10.2029
ГСО 4304–88/ 4307–88	СО стали углеродистой типа 15 (комплект СО УГ29-УГ32)	серийное	22.10.2029
ГСО 6406–92	СО стали легированной типа 20ХГР (5–1)	серийное	22.10.2029
ГСО 6407–92	СО стали легированной типа 27ХГР (5–2)	серийное	22.10.2029
ГСО 6408–92	СО стали легированной типа 30ХГ1 (5–3)	серийное	22.10.2029
ГСО 7546–99	СО сталей легированных типов 15Х11МФ, 20Х13, 40Х13, 65Х13, 20Х17Н2, 15Х5М, 12Х8ВФ (комплект СО ЛГ37-ЛГ43)	серийное	22.10.2029
ГСО 7547–99	СО стали легированной типа 38Х2МЮА (комплект СО УГ51-УГ53)	серийное	22.10.2029
ГСО 8019–94	СО огнеупора корундового типа КЛ-1,1 (К10)	серийное	22.10.2029
ГСО 8021–94	СО чугуна легированного типа ЧН4Х2 (Ч16)	серийное	22.10.2029
ГСО 8023–94	СО ферротитана типа ФТи70С1 (Ф30)	серийное	22.10.2029
ГСО 8609–2004	СО чугунов легированных типов АЧС-2, АЧК-1, ЧНХМДШ, ЧНХТ (комплект СО ЧЛ1-ЧЛ4)	серийное	22.10.2029
ГСО 9420–2009	СО чугунов легированных типов ЧН2Х, ЧНХМДШ, ЧНХМД, ЧХ2, ЧНХТ (комплект СО ЧГ35-ЧГ40)	серийное	22.10.2029
ГСО 9454–2009	СО стали легированной типа 40Х13 (7–7)	серийное	22.10.2029
ГСО 9462–2009	СО сталей типов 20ХН4ФА, 4Х5МФ1С, 08пс, 55С2ГФ (комплект СО УГ98-УГ101)	серийное	22.10.2029
ГСО 9463–2009	СО чугунов типов ЧВГ40, АЧС-3, ЧНХТ, ЧХ1, ЧХ2 (комплект СО ЧГ30-ЧГ34)	серийное	22.10.2029

ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ И ЧИТАТЕЛЕЙ

Журнал «Эталоны. Стандартные образцы» до 2020 года издавался под названием «Стандартные образцы».

Журнал «Эталоны. Стандартные образцы» имеет тематическую направленность и публикует результаты фундаментальных и прикладных исследований в области метрологии и смежных наук, связанных с вопросами стандартных образцов на территории Российской Федерации и за рубежом.

Приоритетные задачи и направления журнала состоят в создании открытой площадки для обмена научной информацией, отражающей научные взгляды, результаты и достижения фундаментальных и прикладных исследований.

Журнал принимает к публикации передовые и оригинальные статьи, материалы аналитического, научно-исследовательского, научно-методического, консультативного и информационного характера; переводы статей, опубликованных в зарубежных журналах (при согласии правообладателя на перевод и публикацию); обзоры; комментарии и отчеты о мероприятиях.

В журнале может быть опубликован любой автор, независимо от места проживания, национальности и наличия ученой степени, представивший ранее не опубликованный материал, не предназначенный к одновременной публикации в других изданиях. Прием статей для публикации в журнале осуществляется в постоянном режиме.

ОСНОВНЫЕ РАЗДЕЛЫ ЖУРНАЛА:

Передовая статья

- Научно-методические подходы, концепции

Оригинальные статьи

- Эталоны
- Разработка, производство стандартных образцов
- Применение стандартных образцов
- Сличения стандартных образцов
- Современные методы анализа веществ и материалов

Методические материалы. Нормативы. Стандарты. Международные стандарты

Переводы

Материалы конференций

Информация. Новости. События

Журнал осуществляет научное рецензирование («двустороннее слепое») всех поступающих в редакцию материалов с целью экспертной оценки.

Все рецензенты являются признанными специалистами по тематике рецензируемых материалов. Рецензии хранятся в издательстве и редакции в течение 5 лет.

Редакция журнала направляет авторам представленных материалов копии рецензий или мотивированный отказ в публикации.

Редакция журнала направляет копии рецензий в Министерство образования и науки Российской Федерации при поступлении соответствующего запроса.

Журнал придерживается стандартов редакционной этики в соответствии с международной практикой редактирования, рецензирования, издания и авторства научных публикаций и рекомендациями Комитета по этике научных публикаций.

Статьи, содержащие результаты диссертационных работ, публикуются вне очереди.

Плата за публикацию статей не взимается. Авторский гонорар не выплачивается. Автор статьи, разместивший материалы, получает печатный экземпляр журнала и дополнительную электронную версию статьи.

За достоверность информации, опубликованной в статьях и рекламных материалах, а также за то, что в материалах не содержится данных, не подлежащих открытой публикации, ответственность несут авторы и рекламодатели. Точка зрения редакции может не совпадать с мнением авторов.

Журнал входит в «Перечень ведущих рецензируемых журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук» Высшей аттестационной комиссии по следующей номенклатуре научных специальностей:

- 2.2.4. Приборы и методы измерения (по видам измерений) (технические науки);
- 2.2.4. Приборы и методы измерения (по видам измерений) (физико-математические науки);
- 2.2.8. Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды (технические науки);
- 2.2.10. Метрология и метрологическое обеспечение (технические науки);
- 2.2.12. Приборы, системы и изделия медицинского назначения (технические науки);
- 2.2.12. Приборы, системы и изделия медицинского назначения (физико-математические науки).

Международный справочник научных изданий Ulrichsweb Global Serials Directory;
Базы данных Всероссийского института научной и технической информации Российской академии наук (ВИНИТИ РАН)

Russian Science Citation Index на платформе Web of science; Ядро РИНЦ;
научная электронная библиотека Elibrary.ru; Российская государственная библиотека; ресурс Google scholar;
Техэксперт: Нормы, правила и стандарты РФ; электронная библиотека КиберЛенинка; научно-информационное пространство Соционет; Open Archives; Research Bible; Academic Keys; Dimensions; Lens; Research; WorldCat; Base; Mendeley; Baidu; EBSCO.

Материалы журнала доступны по лицензии
Creative Commons «Attribution» («Атрибуция») 4.0 Всемирная.



INFORMATION FOR AUTHORS AND READERS OF THE JOURNAL

Journal «Measurement standards. Reference materials» until 2020 was published under the name «Reference materials».

«Measurement standards. Reference materials» has a thematic focus and publishes results of basic and applied research of specialists working in the sphere of metrology and interdisciplinary sciences related to the issues of reference materials on the territory of the Russian Federation and abroad.

Priority tasks and areas of the journal consist in creating an open platform for the exchange of scientific information reflecting scientific views, results and achievements of basic and applied research of specialists working in the sphere of metrology and interdisciplinary sciences related to the issues of reference materials, as well as promotion of issues related to reference materials as a technical, regulatory and guidance base necessary for assuring uniformity and accuracy of measurements, related to issues of development and implementation of new standards for units of physical quantities, as well as issues related to standard samples of the composition and properties of substances and materials in the Russian Federation and abroad.

The published materials correspond to the group of specialties:

05.11.00 – instrument making, metrology and information-measuring instruments and systems;

on the following topics:

- methods of chemical analysis (chemical and physico-chemical methods, atomic and molecular spectroscopy, chromatography, x-ray spectroscopy, mass spectrometry, nuclear-physical methods of analysis, etc.);
- analytical instruments;
- mathematical support for chemical analysis;
- metrological assurance of chemical analysis;
- creating new scientific, technical, regulatory and guidance solutions ensuring enhancement of product quality;
- conducting basic scientific research into discovery and use of new physical effects in order to create new and perfect existing measurement methods and instruments of the highest accuracy;
- perfecting the system of measurement uniformity assurance in the country;
- developing and implementing new state measurement standards of measurement units allowing to increase uniformity and accuracy of measurements considerably.

The journal accepts for publication editorials and original articles, analytical, scientific and research, scientific and methodological materials, as well as materials intended for consultation and information; translations of published articles from foreign journals (with the consent of the right holder for the translation and publication); reviews; commentaries and event reports.

Any author who submits a manuscript that has not been published before and that is not intended for simultaneous publication in other periodicals can be published in the journal irrespective of the author's place of residence, nationality and having an academic degree or not. Reception of articles for publication in the journal is implemented on an ongoing basis.

SECTIONS:

Editorial

- Scientific and methodological approaches, concepts

Original papers

- Development, production of reference materials
- Use of reference materials

- Measurement standards
- Comparisons of reference materials
- Modern methods of analyzing substances and materials

Guidance papers

Norms. Standards

International standards

Translations

Conference proceedings

Info. News. Events

For complex expert evaluation, all manuscripts undergo «double-blind» review.

All reviewers are acknowledged experts in areas they are responsible for. Reviews are stored in the publishing house and the editorial office for 5 years.

The editorial staff sends the authors of the submitted materials copies of reviews or a substantiated refusal.

The editorial staff of the journal forwards copies of reviews to the Ministry of Education and Science of the Russian Federation by request.

The journal follows the standards of editorial ethics in line with the international practice of editing, reviewing, publishing, authorship of scientific publications and recommendations of the Committee on Publication Ethics.

Papers containing results of thesis works are published on a priority basis.

There is no publication or royalty fee.

An author who submitted a paper gets a printed version of the journal and an extra electronic version of the paper.

Authors and advertisers bear responsibility for the reliability of information in the published papers and advertising materials, as well as for the absence of data in the materials that are not subject to open publication.

The opinions expressed by authors in the journal do not necessarily reflect those of the editorial staff.

The journal is a part of the list of Russian reviewed scientific journals in which main scientific results of doctorate and candidate thesis works should be published.

International directory of scientific publications

Ulrichsweb Global Serials Directory;

The database of the All-Russian Institute for Scientific and Technical Information of the Russian Academy of Sciences (VINITI RAS)

The journal is indexed and archived in:

the Russian State Library

Russian Science Citation Index (RSCI)

electronic library «CyberLeninka»

The journal is a member of Cross Ref

The materials of the journal are available under Creative Commons «Attribution» 4.0 license.



ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

С целью повышения качества рукописей, публикуемых в журнале, и их соответствия международным требованиям, предъявляемым к научным публикациям, редакционная коллегия журнала просит авторов соблюдать правила, представленные ниже.

В журнале «Эталоны. Стандартные образцы» публикуются передовые и оригинальные статьи, материалы аналитического, научно-исследовательского, научно-методического, консультативного и информационного характера; переводы статей, опубликованных в зарубежных журналах (при согласии правообладателя на перевод и публикацию); обзоры; комментарии и отчеты о мероприятиях.

Не допускается направление в редакцию уже опубликованных статей или статей, отправленных на публикацию в другие журналы.

Мониторинг несанкционированного цитирования осуществляется с помощью системы «Антиплагиат».

Журнал приветствует статьи, имеющие потенциально высокий импакт-фактор и/или содержащие материал о значительных достижениях в указанных направлениях.

Условия опубликования статьи:

- представляемая для публикации статья должна быть ранее нигде не опубликованной, актуальной, обладать новизной, содержать постановку задач (проблем), описание основных результатов исследования, полученных автором, выводы;
- соответствовать правилам оформления, представленным ниже (а также на сайте журнала);
- с авторов плата за публикацию не взимается, авторское вознаграждение не выплачивается;
- статьи, содержащие результаты диссертационных работ, публикуются вне очереди.

Правила предоставления статьи

- статья направляется в редакцию журнала по адресу: 620075, г. Екатеринбург, ул. Красноармейская, 4, УНИИМ – филиал ФГУП «ВНИИМ им Д.И. Менделеева», главному редактору и на e-mail: uniim@uniim.ru;
- статья представляется в бумажном виде и на электронном носителе (по e-mail или на диске) в формате Microsoft Word. Бумажный вариант должен полностью соответствовать электронному;
- текст статьи тщательно вычитывается и подписывается автором(ами), который(е) несет(ут) ответственность за научно-теоретический уровень публикуемого материала;
- при подаче статьи в редакцию автор соглашается с положениями лицензионного договора, размещенного на сайте журнала.

Правила оформления статьи

При наборе статьи рекомендуется учитывать следующее:

1. Шрифт – Times New Roman, размер – 12 пт, межстрочный интервал – одинарный, форматирование – по ширине; все поля – по 20 мм, нумерация страниц обязательна. Объем статьи – до 20 страниц формата А4 (если статья превышает этот объем, то редакция вправе опубликовать статью частями, в 2 номерах). Особое внимание следует уделить качеству

перевода метаданных статьи на английский язык. Желательно, чтобы перевод был выполнен носителем английского языка.

2. Необходимо указать УДК (<http://www.udk-codes.net>).

3. Заголовок статьи лаконично (не более 10 слов) и точно отражает содержание статьи, тематику и результаты проведенного научного исследования.

Приводится на русском и английском языках.

4. Аффiliation авторов. И.О.Ф. автора; полное наименование организации (сокращенное наименование организации), г. Город, Российская Федерация; ORCID; e-mail.

Очередность упоминания авторов напрямую зависит от их вклада в выполненную работу. Первым указывается автор, внесший наибольший вклад. При формировании перечня авторов необходимо соблюдать этические нормы соавторства, разработанные COPE (Committee on Publishing Ethics, <http://publicationethics.org>) (см. главу 4).

5. Аннотация на русском языке: выполняет функцию расширенного названия статьи и представляет ее содержание. Включает в себя основные разделы: Введение; Материалы и методы; Результаты исследования; Обсуждение и заключение.

Аннотация на английском языке, Abstract, информирует читателя об основных положениях статьи. Кратко обобщает исходные данные, цель, методы, результаты, выводы и область применения результатов всей работы. Abstract состоит из 200–250 слов. Abstract четко обозначает следующие составные части: Introduction; Materials and Methods; Results; Discussion and Conclusion.

6. Ключевые слова (8–12 слов / фраз) являются поисковым образом научной статьи. В связи с этим они отражают основные положения, достижения, результаты, терминологию научного исследования. Приводятся на русском и английском языках.

7. Благодарности. В этом разделе упоминаются люди, помогавшие автору подготовить настоящую статью; организации, оказавшие финансовую поддержку. Хорошим тоном

считается выражение благодарности анонимным рецензентам. Приводятся на русском и английском языках.

8. Основной текст статьи излагается на русском или английском языках и содержит следующие обязательные разделы:

1) Введение – постановка научной проблемы, ее актуальность, связь с важнейшими задачами, которые необходимо решить, значение для развития определенной отрасли науки или практической деятельности.

2) Обзор литературы. Описываются основные (последние по времени) исследования и публикации, на которые опирается автор; современные взгляды на проблему; трудности при разработке данной темы; выделение нерешенных вопросов в пределах общей проблемы, которым посвящена статья.

3) Материалы и методы. В данном разделе описываются процесс организации эксперимента, примененные методики, использованная аппаратура; даются подробные сведения об объекте исследования; указывается последовательность выполнения исследования и обосновывается выбор используемых методов (наблюдение, опрос, тестирование, эксперимент, лабораторный опыт и т. д.).

4) Результаты исследования. Это основной раздел, цель которого при помощи анализа, обобщения и разъяснения данных доказать рабочую гипотезу (гипотезы). Результаты исследования излагаются кратко, но при этом содержат достаточно информации для оценки сделанных выводов. Также обосновывается, почему для анализа были выбраны именно эти данные. Все названия, подписи и структурные элементы графиков, таблиц, схем и т. д. оформляются на русском и английском языках.

5) Обсуждение и заключение. В заключении суммируются результаты осмысления темы, делаются выводы, обобщения и рекомендации, вытекающие из работы, подчеркивается их практическая значимость, а также определяются основные направления для дальнейшего исследования в этой области.

6) Благодарности. В этом разделе упоминаются люди, помогавшие автору подготовить настоящую статью; организации, оказавшие финансовую поддержку. Хорошим тоном считается выражение благодарности анонимным рецензентам. Приводятся на русском и английском языках.

7) Вклад соавторов. В конце рукописи рекомендуется включить примечание, в котором разъясняется фактический вклад каждого соавтора в выполненную работу. Приводится на русском и английском языках.

9. Библиографическое описание документов оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ Р 7.0.5–2008. Ссылаться нужно в первую очередь на оригинальные источники из научных журналов, включенных в глобальные индексы цитирования. Желательно использовать 20–40 источников. Из них за последние 3 года – не менее 50 %, иностранных – не менее

пяти источников, самоцитирование – не более трех источников. Следует указать DOI или адрес доступа в сети «Интернет». Оформляется на русском и английском языках.

10. Аффилиация авторов. Ф.И.О. (полное), ученое звание, должность, организация(-и), адрес организации(-й) (требуется указать все места работы автора, в которых выполнялись исследования (постоянное место, место выполнения проекта и др.)), ORCID, электронная почта, телефон, почтовый адрес для отправки авторского экземпляра. Приводится на русском и английском языках.

Правила рецензирования статьи

В журнале «Эталон. Стандартные образцы» принято «двойное слепое» (рецензент и автор не знают имен друг друга) рецензирование статей. Рецензент на основании анализа статьи принимает решение рекомендовать статью к публикации (без доработки или с доработкой) или статью отклонить. В случае несогласия автора статьи с замечаниями рецензента его мотивированное заявление рассматривается редакционной коллегией.

Политика редакции

Политика редакционной коллегии журнала базируется на современных юридических требованиях в отношении клеветы, авторского права, законности и плагиата, поддерживает Кодекс этики научных публикаций, сформулированный Комитетом по этике научных публикаций, и строится с учетом этических норм работы редакторов и издателей, закрепленных в Кодексе поведения и руководящих принципах наилучшей практики для редактора журнала и Кодексе поведения для издателя журнала, разработанных Комитетом по публикационной этике (COPE).

Допускается свободное воспроизведение материалов журнала в личных целях и свободное использование в информационных, научных, учебных и культурных целях в соответствии со ст. 1273 и 1274 гл. 70 ч. IV Гражданского кодекса РФ и лицензией Creative Commons CC BY 4.0. Иные виды использования возможны только после заключения соответствующих письменных соглашений с правообладателем.

Электронные версии статей размещаются на сайтах: журнала «Эталон. Стандартные образцы», Российской государственной библиотеки, Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU, электронной библиотеки «КиберЛенинка».

Журнал распространяется платно по подписке в редакции или через подписные агентства.

Технический секретарь: Тараева Наталия Сергеевна, тел.: +7 (343) 350-72-42,

e-mail: taraeva@uniim.ru, uniim@uniim.ru

www.rmjournal.ru

© «Эталон. Стандартные образцы», 2023

INFORMATION FOR AUTHORS

In order to improve the quality of manuscripts published in the journal and their compliance to the international requirements set for scientific publications, the editorial board of the journal asks the authors to observe the rules provided below.

The journal «Measurement standards. Reference materials» publishes editorials and original articles, analytical, scientific and research, scientific and methodological materials, as well as materials intended for consultation and information; translations of published articles from foreign journals (with the consent of the right holder for the translation and publication); reviews; commentaries and event reports.

Submission of a paper that has been previously published or submitted for publication to other journals is not permitted.

Monitoring of unauthorized citations is provided by «Anti-plagiarism» service.

The journal gives preference to the articles with potentially high impact factor and/or containing significant advances in the indicated areas of science.

Conditions for paper publication

- the paper submitted for publication must not have been previously published, must be relevant, have a new element, a problem statement, description of main results of the study, obtained by the author, conclusions;
- the paper submitted for publication must comply with the rules of formatting given below or on the website of the journal;
- there is no publication or royalty fee;
- papers containing results of thesis works are published on a priority basis.

Paper submission rules

- the paper is submitted to the editorial office of the journal to the address: for Chief Editor «UNIIM – Affiliated Branch of the D. I. Mendeleev Institute for Metrology», 4 Krasnoarmeyskaya St., Ekaterinburg, 620075, the Russian Federation, or for Executive Secretary by e-mail: taraeva@uniim.ru;
- the paper is submitted in paper form and on electronic media (via e-mail or on disc) Microsoft Word format. The paper version must fully match the electronic version;
- the text of the paper must be proofread thoroughly and signed by the author(s) who is(are) responsible for the scientific and theoretical level of the material being published;
- upon submission of the paper to the editorial staff, the author accepts provisions of the license contract posted on the website of the journal.

Paper formatting rules

The following points should be taken into consideration when typing the paper:

1. Font – Times New Roman, 12-point font size, line spacing – single line, indenting – justified; all margins – 20 mm each, page numbering is required. The paper shouldn't exceed the volume of 20 A4 pages (if the paper exceeds this limit, the editorial staff has the right to divide the paper for publication in two issues).

2. The title of the paper should be short (not more than 10 words) and informative and should cover the paper contents, the subject-matter and results of the conducted scientific study. The title is to be provided in Russian and English.

3. Affiliation of authors. Full name of the author; full name of the organization (abbreviation for the organization), town/city, the Russian Federation; ORCID; e-mail.

4. The order in which authors are mentioned depends directly on their contribution to the performed work. The first to be indicated is the author who has made the largest contribution. When making a list of authors, it is necessary to comply with ethical standards pertaining to co-authorship norms established by COPE (the Committee on Publication Ethics, <http://publicationethics.org>) (see Chapter 4).

5. The Abstract in English (hereinafter referred to as Abstract) informs the reader about main provisions of the article. The abstract states briefly the input data, the aim, methods, results, conclusions and the field of application for the results of the whole work. The Abstract consists of 200–250 words. It consists of 4 distinct parts: *Introduction; materials and methods; results; Discussion and Conclusions*.

6. Keywords (8–12 words/phrases) constitute the searchcase of a scientific paper. For this reason, they should reflect basic statements, achievements, results and terminology of the study. They are to be provided in Russian and English.

7. Acknowledgements. This section should contain a reference to people who helped the author to prepare the present paper, organizations that provided financial support. It is considered good form to express gratitude to anonymous reviewers. The acknowledgements are to be provided in Russian and English.

8. The main body of the article should be presented in Russian or in English and contains the following compulsory sections:

1) Introduction is a definition of the scientific problem, its relevance, its connection with the chief tasks to be solved, its importance for the development of a definite area of science or for practical activities.

2) Literature review. It is necessary to describe the principal (most recent) studies and publications relied upon by the author; modern views on the issue; difficulties in the development of the subject; the allotment of the outstanding issues within the general problem of the article.

3) Materials and methods. This section describes the process of the experiment, procedures and equipment used; provides detailed information about the object of research; indicates the sequence of conducting research and justifies the choice of the methods used (observation, survey, test, experiment, laboratory test, etc.).

4) Results. This is the main section, which aims to prove a working hypothesis (or hypotheses) by analysis, synthesis and data clarification. The study results should be presented briefly, but at the same time contain enough information for the evaluation of conclusions made by the author. The choice of these data should be justified as well. All titles, signatures, and structural elements of graphs, tables, charts etc. should be in Russian and in English.

5) Discussion and conclusion. The conclusion contains results of reflection on the given topic, generalizations and recommendations resulting from the work, their practical significance is emphasized. Also, main directions for further research in this area are indicated.

6) Acknowledgements. This section should contain a reference to people who helped the author to prepare the present paper, organizations that provided financial support. It is considered good form to express gratitude to anonymous reviewers. The acknowledgements are to be provided in Russian and English.

7) Authors' contributions. At the end of the manuscript, authors should explain in the notes the actual contribution of each co-author to the work performed. It is to be provided in Russian and English.

1. Bibliography entries for documents should be drawn up according to GOST R 7.0.5–2008.

One should primarily refer to original sources from scientific journals included into global citation indexes.

It is advisable to refer to 20–40 sources. Out of them: not less than 50 % must be published within the past 3 years, not less than 5 sources should be foreign and not more than 5 sources should be self-citations. DOI or URL should be indicated. The bibliography is to be provided in Russian and English.

2. Affiliation of authors. Full name, academic title, position held, the name of the organization(s), the address of the organization(s)

(all the places where the author's study was conducted are to be indicated (permanent place, place where the project took place, etc.)), ORCID ID, e-mail, phone number, postal address for delivery of the author's copy. This information is to be provided in Russian and English.

Paper review rules

The journal «Measurement standards. Reference Materials» uses double-blind review (the reviewer and the author do not know each other's names).

A reviewer analyses an article and decides whether to recommend it for publication (after revision of without it), or to refuse it. In case of noncompliance of the author with the comment of the reviewer, his motivated statement is considered by the editorial board.

Editorial Staff policy

The Editorial Staff's policy is based on modern legal requirements concerning libel, copyright, legitimacy, plagiarism and supports Academic Periodicals Ethical Codex stated by the Committee on Publication Ethics and it is formed taking into account standards of ethics of editors' and publishers' work established by Code of Conduct and Best Practice Guidelines for Journal Editors and Code of Conduct for Journal Publishers, developed by the Committee on Publication Ethics (COPE).

Free recall of journal's material is allowed for personal purposes. Free use is permitted for informational, academic, educational and cultural purposes in compliance with paragraphs 1273 and 1274 of chapter 70, part IV of Civil Codex of Russia and license Creative Commons CC BY 4.0. Other types of use are possible only after making agreements in writing with the copyright holder.

Electronic versions of papers are posted on the websites of the journal «Measurement standards. Reference materials»; the Russian State Library; the Scientific Electronic Library eLIBRARY.RU; the Electronic Library CyberLeninka.

The journal is distributed by paid subscription at the editorial office or through subscription agencies.

Executive Secretary – Natalia S. Taraeva,

tel.: +7 (343) 350-72-42,

e-mail: taraeva@uniim.ru, uniim@uniim.ru

www.rmjournal.ru

© «Measurement standards. Reference materials», 2023

