

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Собина Егора Павловича**

«Совершенствование системы метрологического обеспечения средств измерений пористости и проницаемости твердых веществ и материалов», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.11.15 – Метрология и метрологическое обеспечение

Настоящая работа посвящена развитию отрасли приборостроения в направлении контроля и измерения свойств твердых веществ и материалов, характеризующих их пористость и проницаемость, за счет создания и внедрения системы метрологического обеспечения измерений.

Ввиду необходимости контроля важнейших характеристик структуры пористых и дисперсных веществ и материалов, проведения калибровки и метрологической поверки обширного парка оборудования, используемых при анализе характеристик структуры веществ и материалов, четкой метрологической прослеживаемости результатов измерений до единиц системы SI, а также недостаточного метрологического обеспечения данной области (отсутствие достаточного количества стандартных образцов) настоящая работа безусловно является **актуальной**.

**Научная новизна** работы определяется следующими моментами:

– Разработаны и исследованы алгоритмы расчета неопределенности измерений удельной адсорбции газов, удельной поверхности, удельного объема пор, размера пор, открытой пористости и коэффициента газопроницаемости твердых веществ и материалов, учитывающие инструментальные, методические источники неопределенности, нелинейность моделей измерений;

– Разработаны научно-методические и технологические подходы к изготовлению эталонов сравнения и стандартных образцов (рабочих эталонов) с аттестованными характеристиками удельной адсорбции газов, удельной поверхности, удельного объема пор, размера пор, открытой пористости и коэффициента газопроницаемости;

– Разработана централизованная система передачи единиц удельной адсорбции газов, удельной поверхности, удельного объема пор, размера пор, открытой пористости и коэффициента газопроницаемости твердых веществ. Решена проблема передачи единицы удельной поверхности на нижней границе диапазона от государственного первичного эталона измерительным установкам 1-го разряда и высокоточным средствам измерений.

**Практическая значимость** работы определяется следующими моментами:

– Разработан ГЭТ 210 Государственной первичный эталон единиц удельной адсорбции газов, удельной поверхности, удельного объема пор, размера пор, открытой пористости и коэффициента газопроницаемости твердых веществ;

– Впервые ввиду разработки ГЭТ 210 продемонстрирована метрологическая прослеживаемость измерений, выполняемых испытательными и калибровочными лабораториями, а также производителями средств измерений, в соответствии с межгосударственным и международным стандартами ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 и ISO 17034:2016;

– Разработаны методики воспроизведения сорбционных свойств непористого  $\text{SiO}_2$ , микропористого цеолита, мезопористых оксидов  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$  и углерода, регламентирующие время, температуру и давление дегазации, массу навески;

– В рамках выполнения работы разработаны 16 типов стандартных образцов утвержденного типа. Стандартные образцы успешно опробованы при испытаниях в целях утверждения типа средств измерений сорбционных свойств, открытой пористости и коэффициента газопроницаемости, при реализации поверки и калибровки газоадсорбционных анализаторов, ртутных порозиметров, анализаторов пористости и газопроницаемости;

– С использованием оборудования, входящего в состав ГЭТ 210, а также разработанных с его помощью стандартных образцов утвержденных типов проведена метрологическая аттестация 9 методик измерений параметров, характеризующих пористость и проницаемость различных твердых веществ;

– Зарегистрированные в базе данных Международного бюро мер и весов (МБМВ) по результатам 6 международных сличений под эгидой Консультативного комитета по количеству вещества – метрология в химии и биологии (КККВ) МБМВ и КООМЕТ 16 строк измерительных и калибровочных возможностей Российской Федерации подтверждают эквивалентность разработанного ГЭТ 210 международным аналогам и позволяют обеспечить всемирное признание результатов измерений и калибровок, прослеживаемых к ГЭТ 210;

– Разработанный ГЭТ 210 обеспечивает прослеживаемость в определении метрологических характеристик образцов для межлабораторных сличительных испытаний (МСИ) при ежегодной реализации программ проверки квалификации испытательных лабораторий в области измерений



сорбционных свойств нанопористых оксида алюминия, углерода, цеолита, открытой пористости и газопроницаемости горных пород для более чем 50 испытательных лабораторий;

– Разработана государственная поверочная схема, утвержденная Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (Приказ № 2341 от 09.11.2018 г.);

Представленная работа прошла достаточную апробацию: по материалам диссертационной работы опубликовано 54 работы, в том числе: 14 статей в ведущих рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК, 1 патент на стандартный образец и способ его изготовления, 39 публикаций в журналах, сборниках трудов и докладов на всероссийских и международных конференциях (из них 8 статей в научных изданиях, индексируемых в базах данных Web of Science и Scopus).

Диссертационная работа соответствует требованиям п. 9-11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней» (с изменениями, внесенными Постановлением Правительства РФ от 21 апреля 2016 г. № 335), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора технических наук.

Автор работы Собина Егор Павлович заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.11.15 – Метрология и метрологическое обеспечение.

**В качестве замечаний следует отметить:**

- из автореферата непонятно какие национальные эталоны применяются в других странах и на основе каких методов они реализованы;

- отсутствует информация о реализации системы передачи единиц величин характеризующих пористости и проницаемость

в зарубежных странах и сравнение с предлагаемой автором.

Согласен на обработку персональных данных  
Доктор технических наук, профессор

Е.М. Рукин

Почтовый адрес: 119602, г. Москва, ул. Никулинская, д. 27, корп. 2  
Телефон: +7 495 212 93 71  
Электронная почта: Sale@cortec.ru

*Подпись удостоверено:*  
Зам. директора  
ООО КОРТЕК  
Рукин Е.М.