



ВНИИМ

им. Д.И.Менделеева

**Федеральное государственное унитарное
предприятие «Всероссийский научно-
исследовательский институт
метрологии им. Д.И.Менделеева»**

190005, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 19
Тел.: (812) 251-76-01, факс: (812) 713-01-14
e-mail: info@vniim.ru | www.vniim.ru

ИНН 7809022120, КПП 783901001, ОКПО 02566450
ОГРН 1027810219007, ОКТМО 40305000000,
ОКОПФ 65241, ОКОГУ 1323565, ОКФС 12

05.10.2021

№

15594

на №

от

Первому заместителю генерального
директора — Заместителю по научной
работе ФГУП «ВНИИФТРИ»
Заместителю председателя
диссертационного совета Д 308.005.01
д.т.н., проф. Щипунову А.Н.

п/о Менделеево, Солнечногорский р-н,
Московская обл., 141570

Уважаемый Андрей Николаевич!

Направляем Вам отзыв ведущей организации на диссертационную работу Беленького
Дмитрия Ильича «Разработка методов и средств воспроизведения и передачи единицы дзета-
потенциала частиц в жидкостях», представленную на соискание степени кандидата технических
наук по специальности 05.11.15 «Метрология и метрологическое обеспечение».

Приложение – отзыв на 7 листах, два экземпляра.

С уважением,

Заместитель генерального директора,
Заместитель председателя Ученого совета,
Ученый секретарь диссертационного
совета Д 308.004.01, к.т.н.,

К.В. Чекирда

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель генерального директора

ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.

Менделеева»,



Д.Т.Н. доцент

М.В. Окрепилов

04 » ОКТЯБРЯ 2021 г.

**Отзыв ведущей организации
на диссертационную работу Беленького Дмитрия Ильича
«Разработка методов и средств воспроизведения и передачи единицы
дзета-потенциала частиц в жидкостях», представленную на соискание
ученой степени кандидата технических наук по специальности
05.11.15 - «Метрология и метрологическое обеспечение»**

Диссертационная работа Беленького Дмитрия Ильича выполнена в ФГУП «ВНИИФТРИ» и посвящена решению научной задачи, связанной с обоснованием, разработкой и исследованием средств передачи единицы дзета-потенциала коллоидных частиц в жидкостях в диапазоне от минус 150 до плюс 150 мВ.

Актуальность темы диссертации

Дзета-потенциал - это параметр, который может быть использован для оценки долговременной стабильности суспензий и эмульсий, а также для изучения морфологии поверхности и адсорбции ионов на частицах и прочих поверхностях, контактирующих с жидкостью, и зависит от факторов и характеристик исходной системы.

Актуальность измерений дзета-потенциала заключается в том, что его величина связана с агрегативной устойчивостью коллоидных суспензий.

Для дисперсной фазы высокое абсолютное значение дзета-потенциала означает устойчивость к агрегации. Когда величина дзета-потенциала приближается к нулю, притяжение между частицами возрастает и частицы флокулируют, агрегируют и коагулируют. Таким образом, коллоидные частицы с высоким абсолютным значением дзета-потенциала электрически стабильны, в то время как частицы с низким абсолютным значением дзета-потенциала могут агрегировать, коагулировать и флокулировать.

Из вышеуказанного следует, что исследование влияния различных факторов на изменение значения дзета-потенциала является важнейшей задачей в данной области.

Модернизация Государственного первичного эталона единиц дисперсных параметров аэрозолей, взвесей и порошкообразных материалов ГЭТ 163 с целью обеспечения единства измерений дзета-потенциала суспензий и эмульсий частиц играет и своеобразную стимулирующую роль по внедрению этого вида измерений в практические и фундаментальные исследования. Метрологическое обеспечение данных измерений позволяет проводить испытания в целях утверждения типа средств измерений дзета-потенциала, что позволяет использовать средства измерений дзета-потенциала в сфере государственного регулирования, как прошедшие испытания, результаты измерения которых прослеживаются к ГЭТ 163.

Таким образом, решаемая в работе **научная задача** обоснования, разработки и исследования средств передачи единицы дзета-потенциала коллоидных частиц в жидкостях в диапазоне от минус 150 до плюс 150 мВ, **является актуальной**, а результаты ее решения - своевременными и востребованными практикой.

Представленная диссертационная работа состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы и трех приложений.

Во введении обоснована актуальность поставленной задачи, указаны

цель и задачи исследования, сформулированы основные положения, выносимые на защиту, показаны практическая значимость и внедрение полученных результатов, определен личный вклад автора.

В первой главе проводится обобщение литературных данных о дзета-потенциале и электрофоретической подвижности, теоретических подходах и моделях.

Вторая глава посвящена анализу неопределенности измерений дзета-потенциала частиц в жидкостях существующими методами. Разработан комплексированный метод, положенный в основу эталонного комплекса и обеспечивающий измерение дзета-потенциала частиц в диапазоне от минус 150 до плюс 150 мВ с расширенной неопределенностью измерений менее 5 %.

Третья глава посвящена разработке комплекса эталонных средств воспроизведения и передачи единицы дзета-потенциала. Приведены результаты исследований метрологических характеристик разработанного эталонного комплекса средств воспроизведения единицы дзета-потенциала, произведен анализ возможных исходных материалов для создания средств передачи единицы дзета-потенциала частиц. Научно обоснован выбор супрамолекулярных систем на основе водных растворов L-цистеина и ацетата серебра, N-ацетил-L-цистеина и ацетата серебра в качестве средств передачи единицы дзета-потенциала частиц в жидкостях. Приведены результаты синтеза и исследования метрологических характеристик разработанных средств передачи с учетом значений долговременной нестабильности.

В заключении диссертационной работы изложены основные результаты выполненной работы.

Научная новизна исследований и полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Диссертационную работу отличает сочетание теоретической и прикладной направленности. Автором лично получены следующие

выносимые на защиту **научные положения:**

1. Удовлетворены требования промышленности по измерению дзета-потенциала частиц в жидкостях путем исследования и комплексирования методов измерения дзета-потенциала частиц в диапазоне от минус 150 до плюс 150 мВ с расширенной неопределенностью измерений ($k=2$) менее 5 %.

2. Значения неисключенной систематической погрешности измерений при воспроизведении единицы дзета-потенциала частиц в жидкости и среднеквадратического отклонения результатов измерений дзета-потенциала на созданном комплексе эталонных средств не превышают ± 3 %.

3. Использование разработанных супрамолекулярных систем на основе водных растворов L-цистеина и ацетата серебра, N-ацетил-L-цистеина и ацетата серебра в качестве средств передачи единицы дзета-потенциала частиц в жидкостях обеспечивает передачу единицы в существующем диапазоне значений от минус 150 до плюс 150 мВ.

4. Средства передачи единицы дзета-потенциала на основе супрамолекулярных систем обеспечивают максимальную нестабильность метрологических характеристик не более ± 4 % на протяжении 1 года.

Научная новизна полученных лично автором результатов заключается в том, что:

1. Впервые обосновано и реализовано применение супрамолекулярных систем на основе водных растворов L-цистеина и ацетата серебра, N-ацетил-L-цистеина и ацетата серебра в качестве средств передачи единицы дзета-потенциала частиц в жидкостях в диапазоне от минус 150 до плюс 150 мВ.

2. Впервые созданы меры дзета-потенциала частиц в жидкостях с максимальной нестабильностью характеристик за год не более ± 4 %, позволяющие обеспечить передачу единицы от первичного эталона рабочим эталонам и средствам измерений.

3. Усовершенствован Государственный первичный эталон единиц дисперсных параметров аэрозолей, взвесей и порошкообразных материалов ГЭТ 163-2020 в части функциональных возможностей по измерению дзета-потенциала частиц в жидкостях.

Практическая значимость полученных результатов

Создание эталонного комплекса воспроизведения, хранения и передачи единицы дзета-потенциала частиц в жидкостях позволит удовлетворить потребности промышленности в метрологическом обеспечении данной области измерений, а также в разработке и создании средств передачи единицы дзета-потенциала, которые могут быть применены при поверке, калибровке и испытаниях в целях утверждения типа (ИЦУТ) средств измерений. Данные средства можно использовать для проведения пилотных и ключевых международных сличений в рамках консультативного комитета по количеству вещества (CCQM), что повысит статус отечественной науки на международном уровне.

Рекомендации по дальнейшему использованию результатов и выводов диссертационной работы

Полученные в работе результаты целесообразно применять при разработке и серийном производстве средств измерения дзета-потенциала частиц в жидкостях. Кроме того, разработанные средства передачи единицы дзета-потенциала могут быть востребованы в качестве мер (рабочих эталонов) для обеспечения единства измерений в указанной области.

Результаты разработки эталонных средств воспроизведения могут быть применены при создании высокоточных средств измерений дзета-потенциала, используемых в фармацевтической, пищевой, микроэлектронной и нефтехимической промышленности.

Замечания по работе

1. В работе не раскрыт вопрос разработки методик измерения дзета-потенциала частиц в жидкостях с использованием разработанного автором комплекса эталонных средств воспроизведения и передачи единицы дзета-потенциала частиц в жидкостях.

2. В диссертационной работе, при описании выбора в качестве исходных материалов латексных сфер, приведен анализ только полистирольных латексов, тогда как существует более 10 наименований латексов разной природы.

3. В работе не описаны условия хранения и применения разработанных средств передачи единицы дзета-потенциала частиц в жидкостях.

4. В предлагаемом проекте поверочной схемы для средств измерения дзета-потенциала частиц в жидкостях передача единицы осуществляется посредством прямых измерений, тогда как разработанные средства передачи могут выступать в качестве компаратора.

Отмеченные недостатки не снижают общей положительной оценки работы. Выводы, рекомендации и вынесенные на защиту основные положения достаточно обоснованы. Диссертация изложена логично и последовательно.

По теме диссертации опубликованы 13 работ, в том числе три в изданиях, рекомендованных ВАК при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации, три - в изданиях из базы Web of Science и Scopus.

Диссертация аккуратно оформлена, содержит подробное описание основных научных результатов. **Тема и содержание диссертационной работы соответствуют паспорту специальности 05.11.15 «Метрология и метрологическое обеспечение».**

Содержание автореферата соответствует содержанию диссертации и достаточно полно отражает ее основные положения.

Заключение

Диссертация имеет существенное прикладное значение в социально-экономической сфере, является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение актуальной научной задачи, заключающейся в обосновании, разработке и исследовании средств передачи единицы дзета-потенциала коллоидных частиц в жидкостях в диапазоне от минус 150 до плюс 150 мВ.

Диссертация написана самостоятельно, обладает внутренним единством, представляет собой законченную научную квалификационную работу, содержащую новое решение актуальной научной задачи, имеющей теоретическое и прикладное значение. По уровню решения важной научно-технической задачи и её практической значимости диссертационная работа удовлетворяет требованиям «Положения о присуждении учетных степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Беленький Дмитрий Ильич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.15 «Метрология и метрологическое обеспечение».

Отзыв на диссертацию и автореферат обсужден и одобрен на совместном заседании Ученого совета ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» и секции Ученого совета по физико-химическим измерениям.

Профессор кафедры
«Теоретическая и прикладная метрология»
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»,
председатель секции Ученого совета
по физико-химическим измерениям,
член президиума Ученого совета,
д.т.н., профессор



Л.А.Конопелько