

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Колобовой Анны Викторовны на тему
«Развитие системы метрологического обеспечения промышленного производства
больших объемов стандартных образцов состава газовых смесей», представленную на
соискание ученой степени доктора технических наук
по специальности

2.2.10 – Метрология и метрологическое обеспечение

Актуальность.

Интенсивное развитие промышленных технологий привело к необходимости метрологического обеспечения новых измерительных задач по контролю газовых и газоконденсатных сред. Измерения в газоконденсатных средах востребованы практически во всех областях промышленности, экологии, медицины, в научных исследованиях, в обеспечении техносферной безопасности, санитарном контроле воздуха рабочей зоны, в жизнеобеспечении замкнутых сред обитания и др. Соблюдение предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ в атмосфере населенных мест и в воздухе рабочей зоны, нижнего концентрационного предела распространения пламени (НКПР) содержания горючего вещества в промышленных зонах имеет огромное значение для здоровья населения, рабочего персонала и безопасной эксплуатации зданий и различных технических сооружений.

Ошибки при контроле параметров сложных технологических процессов получения продукции в химических, энергетических и перерабатывающих производствах могут привести к многомиллионным потерям.

Проведенная оценка максимально возможного годового объема выпуска ЭС-СО ГС показала, что общая годовая трудоемкость выполнения метрологических работ на ГПЭ (ТППЭ) составляет около 19800 чел.·ч.

Таким образом, в связи с ростом количества выпускаемых СО ГС в БД, увеличением количества предприятий-изготовителей и невозможностью синхронизации между заявками потребителей, планом – графиком выпуска СО на предприятии и планом – графиком изготовления ЭС возникают трудности в обеспечении ритмичности выпуска СО ГС в БД. В связи с этим возникает необходимость в разработке новых подходов для передачи единиц содержания определяемых компонентов от ГПЭ к ЭУ предприятий-изготовителей. Кроме того, при выпуске большого объема СО ГС в БД в соответствии с действующими нормативными документами отсутствует требование к выходному контролю их метрологических характеристик (МХ), проводимому независимыми аккредитованными организациями, который имеет место при выпуске средств измерений (СИ) – обязательная поверка при выпуске из производства каждого СИ. Это приводит к нарушению единства измерений согласно Федеральному закону от 26 июня 2008 года № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений» (с изменениями и дополнениями), так как СО ГС в БД, применяемые для поверки газоаналитических приборов, выполняют функцию эталонов. Таким образом, для разрешения существующих противоречий в обеспечении единства измерений производства больших объемов СО ГС в БД необходимо провести комплекс научных исследований, направленных на обеспечение совершенствования ГПЭ, методов и средств передачи единиц содержания компонентов



эталонным установкам и разработать методы выходного контроля СО ГС в БД. Тема диссертационной работы Колобовой А.В. несомненно является актуальной.

Научная новизна.

В соответствии с содержанием автореферата можно утверждать, что в диссертационной работе Колобовой А.В. получены следующие новые научные результаты:

- улучшена физико-математическая модель воспроизведения единиц содержания компонентов в газовых и газоконденсатных средах за счет установления зависимости неопределенности значений молярной доли и массовой концентрации определяемых компонентов в гравиметрических газовых смесях от количества ступеней приготовления с верификацией на каждой ступени приготовления, а также от определения чистоты химически активных компонентов на первой ступени приготовления, оценки пассивации баллонов, пересчета молярной доли в массовую концентрацию, что позволило расширить диапазон воспроизведения единиц молярной доли и массовой концентрации компонентов, применить ее для химически активных определяемых компонентов;

- разработан и применен алгоритм комплексной верификации, который реализован в программном обеспечении для ЭВМ GasGravi, обеспечивающий контроль стабильности воспроизведения единиц содержания компонентов ГПЭ путем получения необходимой информации за счет независимых воспроизведений при изготовлении не менее двух ЭС хЭС, включающих все процедуры на каждой многофункциональной эталонной установке и оценку результатов по критерию сопоставимости ЭС с расширенной неопределенностью ЭС UЭС при $k = 2$ ЭС ЭС UЭС $x - x \leq 1,2$;

- разработана физико-математическая модель передачи единицы молярной доли компонентов от ГПЭ к ЭУ предприятий - изготовителей на основе воспроизведения единицы молярной доли компонентов в чистых газах и газовых смесях вторичными эталонами и приведения единицы молярной доли компонентов в ЧГ к ГПЭ с помощью впервые разработанных «контрольных» ЭС - СО ЧГ с нормированным комплексом примесных компонентов, что обеспечивает исключение применения «технологических» транспортируемых ЭС - СО ГС.

- Разработан новый метод удаленной аттестации эталонных установок для получения СО ГС 1 и 2-го разрядов, содержащих химически активные определяемые компоненты, имеющих спектр поглощения в инфракрасной области спектра, без использования «контрольных» транспортируемых ЭС - СО ГС за счет применения их цифровых спектральных моделей;

- Разработан алгоритм, имитирующий выходной контроль МХ каждой производимой ГС в БД, относящейся к группе ГС (инертные и постоянные газы), выпускаемой всеми предприятиями - изготовителями, с использованием разработанных специализированных многокомпонентных ГС, имеющих составы, соответствующие всем компонентам данной группы.

Отраженные в автореферате диссертации научные положения соответствуют паспорту специальности 2.2.10 – «Метрология и метрологическое обеспечение».

Достоверность полученных результатов.

Достоверность научных результатов, полученных в диссертационной работе, базируется на применении широко известных методов физико-химического анализа и

современных методов обработки экспериментальных данных, непротиворечивостью полученных результатов. Полученные результаты подтверждены степенью эквивалентности Государственного первичного эталона ГЭТ 154, реализующего разработанные на основе исследований методики и включающего в себя поверенные и калиброванные высокоточные средства измерений, с эталонами других государств в рамках международных сличений, а также при производстве стандартных образцов состава газовых смесей в баллонах под давлением.

Личный вклад автора. Все научные положения, выносимые на защиту, и результаты, приведенные в настоящей диссертационной работе, получены автором лично или при его участии. Автором лично были поставлены цели и задачи исследования, разработаны методики проведения исследований, а также проведены расчеты и анализ всех полученных результатов экспериментов. Автор предложил новый метод контроля сопоставимости однотипных ГС в БД, изготовленных предприятиями – изготовителями, а также новые методы аттестации РЭ. Автор лично принимал участие в совершенствовании ГПЭ, разработке ГПС, разработке ЭС - СО ГС и ЧГ, разработке требований к составу вторичных эталонов, обеспечивающих выпуск СО ГС 0-го разряда. Вклад соискателя является первостепенным во всех главах диссертационной работы.

Апробация результатов работы. Основные научные положения диссертационной работы были доложены и обсуждены на всероссийских и международных конференциях.

Замечания

По тексту автореферата можно сделать следующие замечания:

1. Гл.2. Описание «Детализированной структурно-операционной схемы воспроизведения единиц содержания компонентов в газовых и газоконденсатных средах», рис.1 - требует дополнительной информации, показывающей новизну разрабатываемых этапов.
2. На рис.3 и рис.4 приводятся функции от дискретного аргумента ($N_{разб}, i$), который принимает целочисленные значения. Так как аргумент не может принимать дробные значения (Например, $i=1,3$), результаты вычислений лучше представлять в табличном виде.
3. Текст автореферата перегружен практическими результатами (табл.5, табл.6, табл. 8, табл.11, табл.12), которые представляют несомненный интерес и могли быть приведены в Приложениях диссертационной работы.

Общий вывод по работе. На основании материалов автореферата можно сделать вывод, что диссертация Колобовой А.В. «Развитие системы метрологического обеспечения промышленного производства больших объемов стандартных образцов состава газовых смесей» представляет собой законченную научно-исследовательскую работу, имеющую важное научно-практическое значение, выполненную на высоком теоретическом уровне. В диссертации изложены *научно обоснованные технические и технологические решения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны.*

Представленные материалы соответствуют требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук в соответствии с п.п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением

Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г., а ее автор Колобова Анна Викторовна заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.2.10 –Метрология и метрологическое обеспечение.

Королев Павел Геннадьевич
доктор технических наук, профессор,
зав. кафедры Информационно-измерительных
систем и технологий (ИИСТ)
Санкт-Петербургского государственного
электротехнического университета
«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина),
(СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)

 П.Г. Королев
« 21 » 10 2025 г.

Алексеев Владимир Васильевич
доктор технических наук, профессор,
кафедры ИИСТ, СПбГЭТУ «ЛЭТИ»

 В.В. Алексеев
« 21 » 10 2025 г.

Адрес: 197022, Россия, Санкт-Петербург,
ул. Профессора Попова, дом 5, литера ф, 1-й корпус, кафедра ИИСТ
Телефон: 8(812) 234-93-93,
E-mail: vvalekseyev@mail.ru



Подписи Королева Павла Геннадьевича и Алексеева Владимира Васильевича
удостоверяю.