

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель генерального

директора ООО «ИМС Индастриз»

Самоеонов Сергей Владимирович



05 2015 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ООО «ИМС Индастриз» (Группа Компаний ИМС)

Диссертация «Совершенствование метрологического обеспечения измерений количества нефти и нефтепродуктов на основе применения весовых поверочных установок» по специальности 05.11.15 – Метрология и метрологическое обеспечение, выполнена на предприятиях Группы Компаний ИМС, ФГУП ВНИИМ, ЗАО ВИК «Тензо-М».

В период подготовки диссертации соискатель Сафонов Андрей Васильевич работает в ООО «ИМС Индастриз» советником по метрологии генерального директора.

Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов (по английскому языку, по истории и философии науки, по специальности 05.11.15 «Метрология и метрологическое обеспечение») выдано в 2014 г. Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии имени Д.И. Менделеева», г. Санкт-Петербург.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор, Конопелько Леонид Алексеевич, руководитель отдела госэталонов в области физико-химических измерений Федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии имени Д.И. Менделеева», г. Санкт-Петербург.

Выписка из протокола № 1

заседания научно-технического Совета Группы Компаний ИМС

от 12.03.2015 г.

Присутствовали:

Председатель НТС - М.С. Гуревич, председатель совета директоров Группы Компаний ИМС; зам. председателя НТС - Е.Л. Левченко, д.т.н. ООО «НГИТ», Галикеев Р.М. (филиал ООО «ИМС Индастриз» - «ИМС Индастриз-Уфа»), Даниленко Н.В.(OGSL), Карп А.М. (ООО «НГИТ»), Магасумов Р.Ф. (филиал ООО «ИМС Индастриз» - «ИМС Индастриз-Уфа»), Кузьмин И.В. (ООО «ИМС Индастриз»), Денисенко С.Ю. (филиал ООО «ИМС Индастриз» - «ИМС Индастриз-Уфа»),

Павленко Г.А. (ООО «НГИТ»), Коткова Л.И. (филиал ООО «ИМС Индастриз» - «ИМС Индастриз-Уфа»), Сафонов А.В. (ООО «ИМС Индастриз»), Белов А.А. (ООО «СНГБ»), Бобрик Н.В. (ООО «СНГБ»), Черепанов Р.Е. (ООО «Корпорация ИМС» в г. Твери «ИМС-Тверь»), Каррамов И.Р. (филиал ООО «ИМС Индастриз» - «ИМС Индастриз-Уфа»).

Приглашены:

И.М. Достовалов, директор департамента ИР; С.В. Быкадоров, главный специалист по метрологии; С.В. Самсонов, генеральный директор ООО «Нефтегазметрология».

Вопросы:

1. Гуревич М.С.: Расскажите о научной новизне и практической значимости работы.
2. Бобрик Н.В.: В чем преимущество разработанной методики измерений? Имеются ли зарубежные аналоги на основе предложенного метода?
3. Галикеев Р.М.: Является ли обязательным раздел автореферата «личный вклад автора»?
4. Д.т.н., Левченко Е.Л.: Поясните необходимость применения матрицы для расчета калибровочных коэффициентов весов ВСПМ.

На заданные вопросы диссертантом даны исчерпывающие ответы.

С положительной оценкой диссертации выступили Гуревич М.С., А.А. Белов, А.М. Карп, Е.Л. Левченко, д.т.н.

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

Работа выполнена на основе новых технических и метрологических решений. Практическим результатом работы является поверочный комплекс ЗАО «Нефтегазметрология» с улучшенными метрологическими характеристиками, стандарт СТО НГМ 1.1-2014 и локальная поверочная схема для средств измерений массы и объема, возглавляемая исходным эталоном, прослеживаемым к ГПЭ единицы массы, рабочие эталоны объема 1-го разряда с доверительной погрешностью измерений объема $\pm 0,03$ %. Диссертация Сафонова Андрея Васильевича является самостоятельной завершённой научно-квалификационной работой, содержащей оригинальные решения и результаты.

- Личный вклад автора заключается в проведении анализа и оценке метрологических характеристик средств измерений массы и объема углеводородных жидкостей при учетных операциях. Для целей совершенствования метрологического обеспечения измерений количества углеводородных жидкостей разработаны метрологические и технические требования на изготовление специальных весов и поверочного комплекса ЗАО «Нефтегазметрология». Проведены экспериментальные исследования по установлению фактических метрологических характеристик весов, мерников и поверочных установок

поверочного комплекса, оптимизированы режимы измерений и выполнена оценка неопределенности измерений массы и объема. Разработана локальная поверочная схема и обоснована передача единицы величин от рабочих эталонов единицы массы по ГОСТ 8.021 к исходному эталону из состава поверочного комплекса ЗАО «Нефтегазметрология». Подтверждены калибровочные и измерительные возможности определения объема поверочных установок (СМС Certificate number 39332546). Разработаны и внесены в реестр рабочие эталоны объема 1-го разряда 3.6.ABP.0001.2015, 3.6.ABP.0002.2015. Автор участвовал в разработке ГОСТ Р 54071-2010/Рекомендация OILM R 76 - 2:2007(E) «Весы неавтоматического действия. Часть 2. Формы протоколов испытаний» и 14 нормативных документов.

Достоверность выполненных измерений подтверждается применением современных методов исследований. Правильность полученных результатов измерений подтверждена на заводе OGSL изготовителе ТПУ в г.Swansee Великобритания в 2008, 2009 г.г., заводе ООО «СНГБ» Калининграде в 2009...2014 г.г., заводе Тензо-М в п. Красково Московской области в 2013...2014г.г. Для обработки данных использован общепринятый в настоящее время подход к оценке неопределенности измерений.

Научная новизна:

1. Для оптимизации системы передачи единиц величин, реализованной в локальной поверочной схеме ЗАО «Нефтегазметрология», были сопоставлены вклады различных источников неопределенности измерений массы и объема, которые показали, что наибольший вклад вносят измерения массы. С этой целью предложено передавать единицу массы исходному эталону единицы массы и объема от рабочего эталона единицы массы с прослеживаемостью к ГПЭ единицы массы.

2. Показана возможность повышения точности измерений массы при поверке мерников и поверочных установок за счёт применения специальных весов, выполненных на основе трехкомпонентных весоизмерительных датчиков, позволивших учитывать вертикальную и боковые нагрузки, возникающие при взвешиваниях.

3. Разработана и обоснована локальная поверочная схема на основе исходного эталона и стандарт СТО НГМ 1.1-2014 для поверочного комплекса ЗАО «Нефтегазметрология», разработаны методики поверки, основанные на применении специальных весов ВСПМ.

4. Разработаны рабочие эталоны единицы объема 1-го разряда, номера реестра 3.6.ABP.0001.2015 и 3.6.ABP.0002.2015, которые позволили в 1,7 раза улучшить метрологические характеристики рабочих эталонов единицы объёма.

5. Разработаны мобильные эталонные поверочные установки с высокими метрологическими характеристиками, предназначенные для поверки стационарных поверочных установок (ПУ) на месте эксплуатации

6. Поверочный комплекс ЗАО «Нефтегазметрология» позволяет рациональным образом организовать поверку совокупности рабочих средств измерений массы, объема и расхода в рабочих условиях, в которых они применяются при коммерческом учёте углеводородных жидкостей.

Практическая значимость работы:

1. Разработан поверочный комплекс ЗАО «Нефтегазметрология» на основе исходного эталона единиц массы и объема жидкости с доверительной относительной погрешностью измерений объема углеводородных жидкостей $\pm 0,03\%$.

2. Разработанные методики поверки специальных весов ВСПМ на основе трехкомпонентных датчиков, измеряющих нагрузки по трем координатам, мерников и поверочных установок позволили в 2 раза сократить время на выполнение измерений и уменьшить вероятность брака поверки поверяемых СИ.

3. Технические и методические решения позволили в 7 раз уменьшить стоимость применяемого эталонного оборудования, необходимого для поверки эталонных мерников 1-го разряда и мерников высокого класса точности.

4. Положительные результаты исследований позволили разработать мобильные эталонные поверочные установки с высокими метрологическими характеристиками, предназначенные для поверки стационарных поверочных установок (ПУ) на месте эксплуатации.

Научная ценность работы соискателя заключается в том, что:

1. Проведенные теоретические и экспериментальные исследования показали, что технические и методические решения позволили улучшить в 2 раза метрологические характеристики эталонных мерников и в 1,7 раза улучшить метрологические характеристики поверочных установок, в 4 раза снизить временные затраты на их поверку. В 7 раз снизить затраты на закупку эталонного оборудования, в 2 раза уменьшить затраты на техническое обслуживание и эксплуатацию.

2. Результаты исследований и разработанные методики поверки на основе специальных трехкомпонентных весов ВСПМ позволили внедрить в метрологическую практику:

- эталонные мерники 1-го разряда доверительной суммарной относительной погрешностью $\pm 0,01\%$;

- мобильные эталонные поверочные установки 1-го разряда с доверительной суммарной относительной погрешностью измерений объема $\pm 0,03$ %, предназначенные для поверки на месте эксплуатации стационарных поверочных установок с доверительной суммарной погрешностью $\pm 0,05$ %;

- стационарные эталонные поверочные установки 1-го разряда с доверительной суммарной погрешностью измерений объема $\pm 0,03$ %, предназначенные для поверки на месте эксплуатации преобразователей расхода с доверительной суммарной погрешностью $\pm 0,07$ %, $\pm 0,10$ %, $\pm 0,15$ %.

3. Разработан поверочный комплекс на основе исходного эталона и стандарт СТО НГМ 1.1-2014 поверочного комплекса ЗАО «Нефтегазметрология» с доверительной суммарной погрешностью измерений объема $\pm 0,03$ % при доверительной вероятности 0,99 в диапазоне расхода углеводородных жидкостей от 0,5 до 2200 м³/час. Рабочие эталоны единицы объема 1-го разряда поверочного комплекса внесены приказом ФАТРМ в реестр эталонов 3.6.ABP.0001.2015, 3.6.ABP.0002.2015.

4. Исходный эталон поверочного комплекса ЗАО «Нефтегазметрология» предназначен для хранения и передачи единиц массы и объема жидкости измерительным преобразователям объемного и массового расхода, счетчикам жидкости, компакт-пруверам, трубопоршневым поверочным установкам (ТПУ) 1-го и 2-го разрядов по ГОСТ 8.510-2002 «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений объема и массы жидкости» и ГОСТ 8.142-2013 «ГСИ. Государственный первичный эталон и государственная поверочная схема для средств измерений массового и объемного расхода (массы и объема) жидкости» [<http://www.imsholding.ru/kalibrovochnyjcentrneftegazmetrologija/>].

5. Методики поверки на базе весов ВСПМ рекомендуется применять для метрологического обеспечения измерений расхода жидкостей с переключателями потока на базе весов с НПВ до 25 тонн по ГОСТ 8.142-2013, для поверки эталонных мерников 1-го и 2-го разрядов в соответствии с требованиями ГОСТ Р 8.682-2009 «ГСИ. Мерники металлические эталонные. Методика поверки».

6. Результаты исследований и разработанные методики измерений на базе специальных весов ВСПМ позволили усовершенствовать метрологическое обеспечение учета нефти и нефтепродуктов при коммерческих операциях в соответствии РМГ 100-2010 «ГСИ. Рекомендации по определению массы нефти при учетных операциях с применением систем измерений количества и показателей качества нефти» и РМГ 106-2010 «ГСИ. Рекомендации по определению массы нефти при учетных операциях с применением систем измерений количества

и показателей качества нефти», кроме этого позволяют решить задачу импортозамещения средств измерений в сфере ТЭК.

Диссертация «Совершенствование метрологического обеспечения измерений количества нефти и нефтепродуктов на основе применения весовых поверочных установок» полностью соответствует специальности 05.11.15 – Метрология и метрологическое обеспечение, согласно паспорту специальности относится к области исследований «Разработка и внедрение новых эталонов единиц физических величин, позволяющих существенно повысить единство и точность измерений».

Материалы диссертации полно представлены в работах, опубликованных соискателем.

Список публикаций по теме диссертации

Публикации в научных изданиях, входящих в список ВАК РФ:

1. **Сафонов, А. В.** Работы ТК310 по стандартизации в области измерений массы / В. С. Снегов, А. В. Сафонов // Приборы. - 2009. - №3. - С. 27-28.
2. **Сафонов, А. В.** Опыт применения ультразвуковых преобразователей расхода в составе систем измерений количества и показателей качества нефти / Сафонов А. В. // Измерительная техника. - 2014. - №4. - С. 59-61.
3. **Сафонов, А. В.** Пути повышения точности измерений массы и объема нефти и нефтепродуктов / Сафонов А. В., Снегов В. С., Остривной А. Ф., Каменских Ю. И. // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. - 2014. - №11. С. 3-9.

Другие публикации:

1. **Сафонов, А. В.** Сжиженный природный газ, метрологическое обеспечение измерений / Н. В. Даниленко, Г. Э. Ратвелл, А. В. Сафонов, М. А. Сафонова // Сфера Нефть и газ. - 2013. - №3. С. 38-41.
2. МИ 2002 Государственная система обеспечения единства измерений Мерники металлические эталонные наливные 1-го разряда. Санкт-Петербург, ФГУП «ВНИИМ», 2002. – с. 5.
3. МИ 2002 Государственная система обеспечения единства измерений Весы платформенные. Изготовленные фирмой Mettler Toledo, Швейцария. Санкт-Петербург, ФГУП «ВНИИР», 2002. – с. 10.
4. МИ 3058-2007 Государственная система обеспечения единства измерений Мерники металлические эталонные 1-го разряда. Методика поверки. Санкт-Петербург, ФГУП «ВНИИР», 2007. – с. 7.
5. МИ 3059-2007 Государственная система обеспечения единства измерений Весы платформенные высокого класса точности KES 1500 фирмы Меттлер Толедо. Санкт-Петербург: ФГУП «ВНИИМ», 2007. – с. 11.
6. МИ 3155-2008 Государственная система обеспечения единства измерений Установки поверочные трубопоршневые. Методика поверки поверочными установками на базе мерника и объемного счетчика. Казань, ФГУП «ВНИИР», 2008. – с. 19.
7. МИ 3209-2009 Государственная система обеспечения единства измерений Установки поверочные трубопоршневые. Методика поверки с помощью поверочной установки на базе эталонных мерников. Санкт-Петербург: ФГУП «ВНИИМ», 2009. – с. 23.
8. МИ 3268-2010 Государственная система обеспечения единства измерений Установки поверочные трубопоршневые 2-го разряда. Методика поверки установками поверочными на базе компакт-прувера и компаратора. Казань: ФГУП «ВНИИР», 2010. – с. 21.

9. МИ 3264-2010 Государственная система обеспечения единства измерений Установки трубопоршневые Syncrotrak фирмы Calibron Systems Inc., США. Методика поверки с помощью эталонных мерников. Санкт-Петербург: ФГУП «ВНИИМ», 2010. – с. 15.
10. МИ 2550-0163-2011 Государственная система обеспечения единства измерений Установки поверочные FMD. Методика поверки. Санкт-Петербург: ФГУП «ВНИИМ», 2011. – с. 21.
11. МП 2301-4-0149-2015 Весы специальные для взвешивания жидкостей ВСПМ. Методика поверки. Санкт-Петербург: ФГУП «ВНИИМ», 2015. – с. 16.
12. МП 2301-0150-2015 Эталонные мерники 1-го разряда. Методика поверки. Санкт-Петербург: ФГУП «ВНИИМ», 2015. – с. 18.
13. МП 2302-083-2015 Преобразователи плотности жидкости поточные. Методика поверки. Санкт-Петербург: ФГУП «ВНИИМ», 2015. – с. 21.
- 14. МП 2550-0261-2015 Установки поверочные трубопоршневые. Методика поверки. Санкт-Петербург: ФГУП «ВНИИМ», 2015. – с. 24.
15. МП 2550-0262-2015 Установка поверочная «ВСП-М». Методика поверки. Санкт-Петербург: ФГУП «ВНИИМ», 2015. – с. 21.
16. **G01F** Патент на полезную модель №:102995. Установка для поверки трубопоршневых установок / **А.В. Сафонов** (RU), Бобрик Н. В. (BY) // - 2009.
17. СМС Certificate number 39332546 A test installation for the calibration of Pipe Provers // VSL Dutch Metrology Institute // - 2014.
18. Новые средства измерений в нефтегазовой промышленности / **А.В. Сафонов** // Конференция «Метрология нефтегазовой отрасли»: - Санкт-Петербург, 2009.
19. Опыт применения новых преобразователей расхода / **А.В. Сафонов**, С.Ю. Денисенко // Метрологическая конференция: - Казань, 2010.
20. От единицы массы к единице плотности, прослеживаемость результатов измерений / **А.В. Сафонов**, Д. Фитцджеральд // Конференция «Нефтегаз 2011»: Москва, 2011.
21. Новые средства измерений количества и качества нефти, нефтепродуктов, опыт применения / **А.В. Сафонов**, С.Ю. Денисенко // Конференция «Актуальные вопросы метрологического обеспечения учета жидкостей и газов»: - Казань, 2011.
22. Опыт применения ультразвуковых преобразователей расхода в составе измерений количества и показателей качества нефти / **А.В. Сафонов**, С.Ю. Денисенко, И.Р. Каррамов // Третья Всероссийская конференция «Метрология и стандартизация нефтегазовой отрасли - 2013»: - Санкт-Петербург, 2013.
23. Калибровочная станция ООО «Нефтегазметрология» / **А.В. Сафонов** // 2-я Международная метрологическая конференция «Актуальные вопросы метрологического обеспечения измерений расхода и количества жидкостей и газов»: - Казань, 2014.
24. ГОСТ Р 54071-2010 Государственная система обеспечения единства измерений. Весы неавтоматического действия. Часть 2. Формы протоколов испытаний. М.: Стандартинформ, 2011г., стр. 1-71.
25. СТО НГМ 1.1-2014 Стандарт организации. Локальная поверочная схема для средств измерений объема и массы нефти и нефтепродуктов, мерников эталонных металлических с применением эталона единиц объема и массы нефти и нефтепродуктов Поверочного комплекса ЗАО «Нефтегазметрология». Белгород: ЗАО «Нефтегазметрология», 2014 г., стр. 1-24.

Диссертация «Совершенствование метрологического обеспечения измерений количества нефти и нефтепродуктов на основе применения весовых поверочных установок» Сафонова Андрея Васильевича рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.15 – Метрология и метрологическое обеспечение.

Заключение принято на заседании Научно-технического совета Группы Компаний ИМС (ООО «ИМС Индастриз», ООО «НГИТ», ООО «СНГБ», OGSL, ООО «Корпорация ИМС») 30.06.2014 г. Присутствовало на заседании 18 человек, из них с правом решающего голоса – 15 чел. Результаты голосования: «за» – 15 чел., «против» – 0 чел., «воздержалось» – 0 чел., протокол № 1 от 12.03.2015 г.

Зам. председателя ИТС,

д.т.н.



Е.Л. Левченко