УДК 53.089.68

А. Р. Тухватуллин, Р. А. Корнеев,
А. В. Колодников, Р. Р. Нигматуллин, Р. И. Ганиев

АТТЕСТАЦИЯ ЭТАЛОНОВ ЕДИНИЦ МАССОВОГО И ОБЪЕМНОГО РАСХОДОВ ЖИДКОСТИ

Ключевые слова: аттестация эталонов единиц величин, аттестация эталонов единиц массового и объемного расходов жидкости, этапы аттестации эталонов единиц массового и объемного расходов жидкости, эталон сравнения.

Увеличение потребления топливно-энергетических ресурсов стимулировало рост производства и появление в обращении новых средств измерений расхода и количества жидкости, а также эталонных поверочных установок. Обнаружено, что не все эталоны государственных региональных центров метрологии подтверждают, установленные им обязательные метрологические характеристики. Поэтому, в целях реализации Федерального закона от 26 июня 2008 г. № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений» и Постановления Правительства Российской Федерации от 23 сентября 2010 г. №734, были разработаны эталоны сравнения, проведены исследования и апробирована методика, необходимые для аттестации эталонов единицы массового и объемного расходов жидкости в Российской Федерации для обеспечения прослеживаемости к Государственным первичным эталонам.

Keywords: certification of physical unit standards, certification of fluid mass flow rate and fluid volume flow rate unit standards, stages of certification of fluid mass flow rate and fluid volume flow rate unit standards, a comparison standard.

Increase in fuel and energy resources consumption has stimulated growth of output. Moreover, thanks to such increase new instrumentation destined for liquid flow and liquid quantity measurement appeared in circulation along with standard check-out sets. It has been discovered that not all standards, used in state regional metrology centres, prove compulsory metrological characteristics established by them. That is why there have been the corresponding comparison standards developed, researches conducted and technique tested in order to implement the Federal law No. 102-FL of June 26, 2008 "On Ensuring Uniformity of Measurements" and the Russian Federation Government Regulations No. 734 of September 23, 2010. The abovementioned comparison standards, researches and technique were required for certification of fluid mass flow rate and fluid volume flow rate unit standards in the Russian Federation, which will provide traceability to State ultimate measurement standards.

Введение

Научно-технический прогресс и обусловленные им высокие темпы развития ведущих отраслей науки и промышленности привели к значительному увеличению потребления топливно-энергетических ресурсов – нефти, нефтепродуктов, тепловой энергии, воды и других веществ. Это стимулировало рост производства и появление в обращении новых более совершенных отечественных и зарубежных средств измерений (далее - СИ) расхода и количества жидкости, а также эталонных поверочных установок. Общая потребность в приборах учёта энергоресурсов, количества производимой и потребляемой тепловой энергии, холодной и горячей воды составляет в настоящее время более 140 миллионов единиц.

Широкий спектр применяемых в промышленности СИ и многообразие методов измерений расхода жидкости создают серьёзные затруднения в работе региональных органов Государственной метрологической службы, призванных обеспечить необходимый контроль технического и метрологического обслуживания установленных приборов учёта энергоресурсов. Для метрологического обеспечения СИ расхода жидкости необходимо разрабатывать нормативные документы, которые устанавливали бы не только требования к составу, техническим и метрологическим характеристикам и иерархии поверочных установок (эталонов единиц массового и объемного расходов жидкости) (далее – эталоны), но и учитывали мировой опыт, т.е. были гармонизированы с международными нормативными документами [1].

В свою очередь Федеральный закон от 26 июня 2008 г. № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений» [2] требует защищать права и законные интересы граждан, общества и государства от отрицательных последствий недостоверных результатов измерений, а так же обеспечивать их потребность в получении объективных, достоверных и сопоставимых результатов измерений. В соответствии с частью 8 статьи 7 данного закона постановлением Правительства Российской Федерации от 23 сентября 2010 года № 734 [3] утверждено Положение об эталонах единиц величин, используемых в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, в котором установлено, что оценка соответствия эталонов единиц величин обязательным требованиям к этим эталонам осуществляется в формах первичной и периодической аттестации.

1. Этапы аттестации

В целях реализации Постановления № 734 приказом от 31 мая 2012 года № 379 [4] был введен в действие «Временный порядок аттестации и утверждения эталонов единиц величин, используемых в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений». Данный порядок определяет этапы проведения первичной и периодической аттестации.

Этапы первичной аттестации и утверждения эталонов:

1. На эталон или СИ, прошедшее испытания в целях утверждения типа, разрабатывается комплект документов – паспорт и правила содержания и применения (выполняет держатель эталона единицы величины);

2. Эталону передаётся единица от эталона имеющего более высокие показатели точности в соответствии с поверочной схемой и оценивается его соответствие государственной поверочной схеме;

3. Эталон утверждается, регистрируется и информация о нем вносится в федеральный информационный фонд (выполняет УМ Росстандарта и ФГУП «ВНИИМС»).

В соответствии с пунктом 17 постановления правительства №734 аттестация эталонов единиц величин, за исключением государственных первичных эталонов, осуществляется в соответствии с *государственными поверочными схемами и методиками периодической аттестации.*

В связи с тем, что действующие поверочные схемы для средств измерения расхода жидкости не в полной мере соответствуют современным требованиям, выдвигаемым при коммерческом учете энергоресурсов, в ФГУП ВНИИР в период с 2011 по 2012 году был разработан межгосударственный стандарт ГОСТ 8.142 «ГСИ. Государственный первичный эталон и государственная поверочная схема для средств измерений массового и объемного расхода жидкости» взамен ГОСТ 8.142-75 «ГСИ. Государственный первичный эталон и общесоюзная поверочная схема для средств измерений массового расхода жидкости в диапазоне от $1 \cdot 10^{-3}$ до $2 \cdot 10^{3}$ кг/с».

Данный стандарт состоит из двух частей: для средств измерений массового расхода (массы) жидкости и для средств измерений объемного расхода (объема) жидкости. Он распространяется на эталоны единиц массового и объемного расхода жидкости в диапазоне от 2,5 до 1500 т/ч ($м^3$/ч) и нормирует погрешности эталонов и СИ в диапазоне от 0,05 до 5%.

Основными особенностями данного стандарта являются:

- использование централизованной системы передачи единицы расхода, т.е. исключены поля заимствованных эталонов;
- введено поле вторичных эталонов;
- исключен метод косвенных измерений;
- передача единицы расхода от государственного эталона реализована методами непосредственного сличения и сличением при помощи эталона сравнения (далее – ЭС).

В ФГУП ВНИИР готовится к опубликованию типовая методика проведения аттестации эталонов единиц массового и объемного расхода жидкости. Данная методика будет включать в себя следующие разделы:

- внешний осмотр;
- опробование;
- подтверждение соответствия программного обеспечения эталона;
- определение метрологических характеристик эталона;
- определение относительной погрешности при помощи ЭС.

2. Эталон сравнения

В ФГУП ВНИИР разработан комплект ЭС [5] для проведения первичной и периодической аттестации. В состав комплекта входят:

- ЭС Ду 25 - турбинный преобразователь расхода KEM, датчики давления и температуры;
- ЭС Ду 50 - турбинный преобразователь расхода Daniel1200, датчики давления и температуры;
- блок контроля и обработки данных (далее – БИЭС);
- ноутбук с программным обеспечением (далее – ПО).

ЭС устанавливается на испытательный стол. Съем выходных сигналов и питание ЭС обеспечивается через БИЭС. Измерения выполняются в двух поддиапазонах: 0,5 - 5,0 $м^3$/ч для ЭС Ду25 и 5,0 - 50,0 $м^3$/ч для ЭС Ду50.

БИЭС обеспечивает измерение импульсных сигналов с ЭС, измерение интервалов времени осреднения, температуры и давления рабочей жидкости, контроль параметров окружающей среды, синхронизацию процесса измерения с аттестуемым эталоном. БИЭС поддерживает 6 видов синхронизирующих сигналов, определяющих время начала и завершения процесса измерения, кроме того возможен ручной режим работы «Старт-Стоп».

ПО ЭС состоит из двух частей: серверная и клиентская. В серверной ПО происходит конфигурация процедуры аттестации непосредственно для каждого аттестуемого эталона и обработка полученной информации, а так же создание протоколов аттестации. На этапе конфигурирования процедуры аттестация происходит генерация индивидуального ключа доступа в целях защиты от несанкционированного доступа к архиву данных другими пользователями. Клиентская ПО обеспечивает регистрацию и хранение полученных данных в процессе проведения измерений.

На этапе апробации ЭС была проведена передача единицы расхода от государственного первичного эталона к вторичному Результаты подтвердили правильное функционирование эталона сравнения и работоспособность алгоритма проведения аттестации.

3. Аттестация

По полученным данным сделан вывод, что вторичный эталон соответствует заявленным метрологическим характеристикам, прописанным в его эксплуатационной документации и определено его место в поверочной схеме в поле «вторичных эталонов». Выдано свидетельство об аттестации вторичного эталона.

При проведении аттестации установки, принадлежащей одному из государственных региональных центров метрологии, были получены следующие результаты (рис. 1, 2).

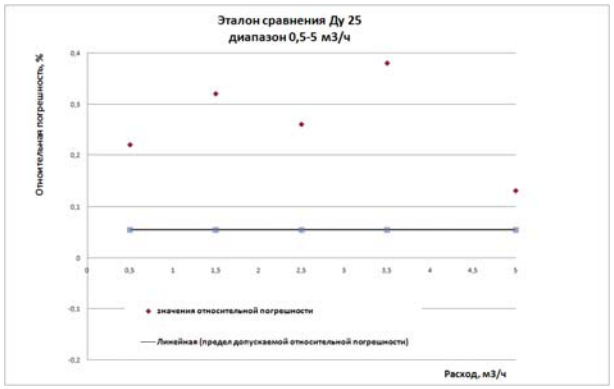

Рис. 1 - Результаты аттестации в диапазоне 0,5-5 м^3/ч

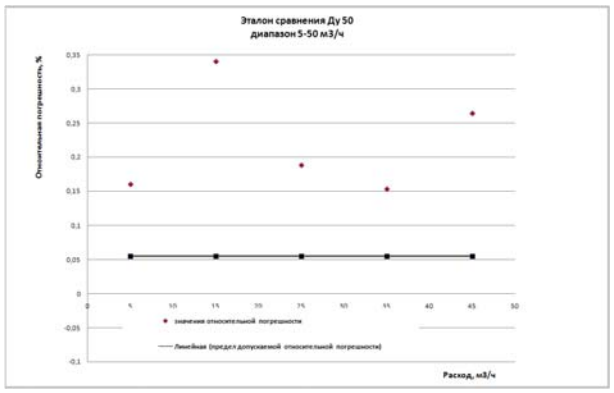

Рис. 2 - Результаты аттестации в диапазоне 5-50 м^3/ч

Из полученных данных следует, что эталон не соответствует заявленным метрологическим характеристикам.

Данное несоответствие может быть вызвано рядом выявленных причин:

1. Нелинейностью характеристики весовых устройств в разных диапазонах взвешивания.

2. Абсолютная погрешность преобразователя температуры равна плюс 1 ^{o}C, что приводит к дополнительной погрешности определения плотности рабочей жидкости.

3. Программное обеспечение не позволяет проверить значения плотности воды, применяемых при вычислении объема.

4. Не фиксируются, а следовательно не учитываются в расчетах параметры окружающей среды (температура, относительная влажность, атмосферное давление), что приводит так же к дополнительной погрешности при определении объема взвешенной жидкости.

Выводы

По результатам проведенной работы были выработаны рекомендации по устранению выявленных недостатков:

1. Требуется провести калибровку и настройку весовых устройств во всем рабочем диапазоне взвешивания.

2. Рекомендуется установить преобразователь температуры с погрешностью ±0,25^{o}C.

3. Разработать и установить ПО с возможностью ввода результатов лабораторных измерений плотности воды и параметров окружающей среды, для повышения достоверности измерения объема. Доработать методику измерений.

4. Предусмотреть визуальный контроль протечек переключателей потока, что не позволяет корректно оценить их работу.

5. Обеспечить полную герметичность измерительного стола.

Рекомендуется провести повторные работы по передаче единицы после устранения вышеуказанных замечаний.

Работы по развитию и расширению ряда ЭС ведется ФГУП ВНИИР непрерывно.

Литература

1. Галиуллин Р.Г., Кузнецов М.Г., Козулина О.В., Николаев А.Н., Коротков Ю.Ф. Теория резонансных колебаний пульсирующих течений, журнал «Вестник Казанского технологического университета» №2 2012 г.;
2. Федеральный закон от 26 июня 2008 г. № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений» (с изменениями от 18 июля, 30 ноября 2011 г.);
3. Постановление Правительства Российской Федерации от 23 сентября 2010 года № 734 «Об эталонах единиц величин, используемых в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений»;
4. Приказ № 379 от 31 мая 2012 года «Об утверждении временного порядка аттестации и утверждения эталонов единиц величин, используемых в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений».
5. Фафурин В.А., Фефелов В.В., Яценко И.А. Анализ параметров численных методов при расчете метрологических характеристик расходомеров на базе стандартной диафрагмы
журнал «Вестник Казанского технологического университета» №23 2011 г.

© **А. Р. Тухватуллин -** ученый хранитель эталона – науч. сотр. НИО-1 ФГУП ВНИИР, nio1@vniir.org; **Р. А. Корнеев –** нач. НИО-1 ФГУП ВНИИР, rak_1985@mail.ru; **А. В. Колодников –** вед. инж. НИО-1 ФГУП ВНИИР; **Р. Р. Нигматуллин –** инж. 1 категории НИО-1 ФГУП ВНИИР; **Р. И. Ганиев -** канд. техн. наук, доц. каф. систем автоматизации и управления технологическими процессами КНИТУ, Ganiev@ooostp.ru.