

Измерительные возможности ВНИИМ им. Д. И. Менделеева при поверке и испытаниях уровнемеров

Ю. Г. ЗАХАРЕНКО, Н. А. КОНОНОВА, К. В. ЧЕКИРДА

Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д. И. Менделеева, С.-Петербург, Россия, e-mail: N. A. Kononova@vniim.ru

Дан обзор измерительных возможностей ВНИИМ им. Д. И. Менделеева при поверке и испытаниях уровнемеров для нужд нефтегазовой отрасли. Обозначен ряд проблем, связанных с проведением измерений в резервуарных парках терминалов. Кратко описан тридцатиметровый лазерный интерференционный компаратор из состава государственного первичного эталона единицы длины — метра.

Ключевые слова: государственный первичный эталон единицы длины — метра, тридцатиметровый лазерный интерференционный компаратор, система для коммерческого учета и управления резервуарными парками, радарный и ультразвуковой уровнемеры.

The survey of D. I. Mendeleev VNIIM metrological opportunities at verification at test of the level meters is given. A number of problems connected with the measurements carried out in the terminals' tank parks is designated. The 30-m laser interference comparator from composition of the State primary standard of length unit — metre is shortly described.

Key words: State primary standard of length unit — metre, 30-m laser interference comparator, system for commercial calculation and management of tank parks, radar and ultrasonic level meters.

В последнее время существенно возросла потребность в высокоточных измерениях длины в ряде важнейших отраслей национальной промышленности, в том числе и нефтегазовой. Постоянное развитие науки и технологий позволяют обеспечивать нефтегазовую отрасль новейшими измерительными средствами, требующими современных эталонов, применяемых при их поверке или калибровке. Одновременно международные экономические связи России и ее вступление во Всемирную торговую организацию (ВТО) требуют обеспечения прослеживаемости измерений к национальным эталонам, которые, в свою очередь, должны подтверждать метрологическую эквивалентность национальным эталонам других стран посредством сличений и публикации измерительных возможностей на сайте Международного Бюро по мерам и весам (МБМВ).

Специалисты отдела геометрических измерений ВНИИМ им. Д. И. Менделеева, начиная с 1990 г., проводят поверку измерительно-управляющих систем для коммерческого учета и управления резервуарными парками и обслуживают следующие крупные терминалы: ООО «Спецморнефтепорт Приморск», ОАО «РПК-Высоцк «ЛУКОЙЛ-II», ООО «ЛУКОЙЛ-Нижегороднефтеоргсинтез», ОАО «Варандейский терминал», СП ЗАО «Петербургский нефтяной терминал», ОАО «ИПП», ООО «Балтнефтепровод», ООО «Несте Санкт-Петербург».

Поверка, как правило, проводится без демонтажа на месте эксплуатации систем, что сопряжено с техническими трудностями. Во время работ выявлен ряд недостатков: действительные базовые высоты резервуаров не соответствуют градуировочным таблицам; не всегда можно провести поверку при всех необходимых уровнях взлива и отстой контролируемой среды в резервуаре в течение 2 ч согласно методикам, так как достаточно тяжело добиться остановки технологического процесса в резервуарном парке и обеспечить перекачку контролируемой среды из одного резервуара в другой; реальные условия проведения поверки сильно от-

личаются от нормальных; конструкцией резервуаров не предусмотрен удобный измерительный люк, в который опускают средства поверки; входящие в состав системы уровнемеры не всегда откалиброваны и готовы к поверке.

В основном на терминалах установлены системы коммерческого учета фирм Emerson Process Management/Rosemount (США, Швеция) и Enraf B. V. (Нидерланды). Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня зависят от конкретного типа уровнемеров, применяемых в этих системах. Обычно используют ультразвуковые и радарные уровнемеры. В документации указаны пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,5$ или ± 1 мм, но такие значения практически недостижимы при эксплуатации уровнемеров в реальных условиях, отличных от нормальных. Уровнемеры имеют ряд дополнительных погрешностей, которые не указаны в описаниях типа средства измерений (СИ). Можно предположить, что это происходит из-за конкурентной борьбы между фирмами-изготовителями (таблица). Как видно из таблицы, диапазоны температур окружающей и контролируемой сред очень велики и отсутствует нормированная дополнительная погрешность от влияния температур. Это приводит к некорректным результатам при поверке.

Поверка систем проводится при помощи измерительных металлических рулеток с лотом 2-го класса точности, а также малогабаритных цифровых термометров ТЦМ 9410Ex/M1 НПП «Элемер». Абсолютная погрешность рулеток составляет $\pm 0,3$ мм (с учетом ТКЛР материала), а термометров — $\pm 0,2$ °С. Достаточно удобные в эксплуатации измерительные устройства D 2401-2 фирмы «MMC» (Великобритания) и переносные электронные уровнемеры HERMetic UTI фирмы «Enraf Tanksystem SA» (Швейцария) не могут быть использованы при поверке из-за большой погрешности. Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня D 2401-2 составляют ± 3 мм, а HERMetic UTI — ± 2 мм, что не обеспечивает требуемого при поверке запаса точности.

Метрологические характеристики и диапазоны рабочих температур для некоторых радарных уровнемеров

Уровнемер радарный	Номер в Госреестре СИ РФ	Диапазон измерений уровня, м	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, мм	Диапазон температуры среды, °C	
				окружающей	контролируемой
Rosemount TankRadar REX (RTG 3920, RTG 3930, RTG 3950, RTG 3960); Rosemount Tank Radar AB, Швеция	19092—09	0,8—40	± 0,8	–40...+70	–40...+230
SmartRadar ENRAF B.V., Нидерланды	20297—05	0,5—40	± 0,5 или ± 1 (в зависимости от модели)	–40...+85	–200...+250

Наряду с поверкой уровнемеров, входящих в состав систем коммерческого учета, специалисты отдела геометрических измерений института также проводят их испытания в целях утверждения типа. Ведется активное сотрудничество с фирмами Magnetrol International N.V. (Бельгия), K-TEK LLC (США), Siemens Milltronics Process Instruments Inc. (Канада), National Oilwell Varco LP, d.b.a.: M/D Totco (США) и Mobrey Limited (Великобритания). Во ВНИИМ проводят испытания многих видов уровнемеров: поплавковых, буйковых, гидростатических, емкостных, вибрационных, ультразвуковых, микроволновых и волноводных.

Государственный первичный эталон единицы длины — метра, а также вторичные эталоны и эталоны 1-го и 2-го разрядов способны обеспечить все потребности нефтегазовой отрасли в геометрических измерениях. В 2010 г. во ВНИИМ утвержден модернизированный государственный первичный эталон единицы длины — метра ГЭТ 2—2010 (далее — эталон единицы длины ГЭТ 2—2010) [1, 2]. Состав и характеристики данного эталона приведены в [1]. Метрологические характеристики источника эталонного излучения He—Ne/I₂ лазера, который обеспечивает воспроизведение единицы длины — метра в соответствии с рекомендацией Консультативного Комитета по мерам и весам, подтверждены ключевыми сличениями. Суммарная неопределенность воспроизведения частоты (длины волны) 0,8 кГц, что в относительных единицах составляет $1,7 \cdot 10^{-12}$.

Входящий в ГЭТ 2—2010 лазерный интерференционный тридцатиметровый компаратор (далее компаратор) состоит из [3, 4]:

лазерной измерительной системы, построенной на основе интерферометра XL-80 фирмы «Renishaw plc»;

оптико-механической системы, содержащей прецизионные направляющие длиной 32 м, каретку с закрепленным на ней микроскопом и системой установки подвижного призменного отражателя лазерной измерительной системы, привода каретки и шагового двигателя;

системы контроля температуры исследуемого объекта, а также параметров окружающей среды, таких как температура, давление и влажность.

С целью расширения сферы применения компаратора были разработаны несколько дополнительных приспособлений, позволяющих использовать его не только для измерений эталонных лент и рулеток, но также для исследований уровнемеров, работа которых основана на различных принципах действия, лазерных сканеров, лазерных трекеров, интерферометров и других высокоточных СИ. Например, в конструкции каретки компаратора предусмотрены специальные места для крепления отражающего экрана, имитирующего поверхность контролируемой среды. Позиционирование экрана происходит с помощью лазерной из-

мерительной системы компаратора. Абсолютная погрешность измерений уровня определяется как разность отсчетов поверяемого уровнемера и компаратора.

В связи с тем, что современные электронные переносные устройства и уровнемеры имеют пределы допускаемой абсолютной погрешности порядка ± 2 или ± 3 мм, специалисты ВНИИМ совместно с ОАО «Авангард» активно ведут работы по созданию датчиков уровня, построенных на новых физических принципах. В ближайшее время планируется начать изготовление переносных электронных уровнемеров, у которых абсолютная погрешность измерений не будет превышать ± 0,5 мм.

Как видно, метрологические и технические возможности эталона единицы длины ГЭТ 2—2010 могут обеспечивать поверку и калибровку любых СИ геометрических величин, применяемых в нефтегазовой отрасли. К ним можно отнести и геодезические приборы — лазерные сканеры, тахеометры, светодальномеры; устройства учета и контроля продукта — уровнемеры, работа которых основана на различных принципах действия, рулетки с грузом; технологические и встраиваемые устройства — диафрагмы, калибры, в том числе резьбовые и т. д.

Применение в нефтегазовой отрасли СИ с прямой прослеживаемостью к национальному эталону поможет обеспечить соответствие продукции мировым стандартам.

Литература

1. **Александров В. С. и др.** Государственный первичный эталон единицы длины — метра ГЭТ 2—2010 // Измерительная техника. 2012. № 6. С. 3—7; **Alexandrov V. S. et al.** State primary standard for the unit of length, the meter, GET 2—2010 // Measurement Techniques. 2012. V. 55. N 6. P. 595—602.
2. **Федорин В. Л.** Государственный первичный эталон единицы длины ГЭТ 2—85 // Мир измерений. 2010. № 10 (116). С. 36—41.
3. **Конова Н. А.** Тридцатиметровый лазерный интерференционный компаратор из состава Государственного первичного эталона единицы длины — метра // Метрология и метрологическое обеспечение 2011: Сборник докл. XXI Нац. науч. симп. с междунар. участием. Созопль, 2011. С. 88—92.
4. **Захаренко Ю. Г. и др.** Тридцатиметровый лазерный интерференционный компаратор, входящий в состав государственного первичного эталона единицы длины — метра // Измерительная техника. 2012. № 5. С. 22—26; **Zakharenko Yu. G. et al.** The thirty-meter laser interference comparator which forms part of the state primary standard of the unit of length — the meter // Measurement Techniques. 2012. V. 55. N 5. P. 519—525.

Дата принятия 20.11.2012 г.