

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ МОНИТОРИНГА ЭКСПЛУАТАЦИИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

А. А. Фаткуллин, А. Р. Насибуллин
ООО «НПП «Нефтегазинжиниринг» (г. Уфа)

«Доверяй, но проверяй!»

Проблемы поверки, градуировки средств измерений (СИ) и контроля измерительного процесса одни из актуальных в настоящее время во многих отраслях промышленности, где требуется точное и правильное измерение параметров технологического процесса (ПТП), точный и правильный учет добываемого, перекачиваемого, перерабатываемого и производимого продукта.

Основные проблемы следующие:

1. Как, где и по какой методике проводить поверку СИ? Есть методики поверки для разных типов СИ и даже конкурирующие между собой для одного типа СИ. Есть методики поверки на лабораторном стенде и есть методики поверки на месте эксплуатации СИ с помощью мобильных эталонов.

2. Когда проводить поверку и как своевременно обнаружить и по возможности предупредить метрологический отказ СИ? Существует контроль метрологических характеристик (КМХ) СИ, есть рекомендации для проведения КМХ для некоторых СИ. Но этот КМХ проводится периодически без учета влияющих факторов.

3. Как проводить градуировку СИ? Обычно градуировку проводят после предварительной проверки показаний СИ. Причем часто эти операции скрыты от посторонних глаз, так как нет утвержденной и аттестованной методики.

4. Как организовать мониторинг процесса эксплуатации СИ? В настоящее время нет прослеживаемости и документального подтверждения результатов градуировки СИ и контроля процесса измерений с участием этого СИ в эксплуатации.

В настоящее время после изготовления СИ и в процессе его эксплуатации проводятся следующие операции поверки, градуировки и КМХ:

- **Изготовитель:** Первичная поверка и градуировка на стенде в полных диапазонах измеряемого и влияющих ПТП;
- **Покупатель:** Внеочередная поверка и градуировка на стенде для импортных СИ в рабочих диапазонах измеряемого и влияющих ПТП, если нет протокола о признании результатов поверки;
- **Владелец:** Внеочередная поверка и градуировка на месте эксплуатации (МЭ) для СИ, измеряющих количество и качество продукции;
- **Владелец:** Периодический КМХ СИ на МЭ;
- **Владелец:** Периодическая или внеочередная) поверка и градуировка СИ на стенде или на МЭ.

Операции поверки и градуировки СИ на стенде проводятся на имитационных средах и не все влияющие величины учитываются. Если для датчиков давления и температуры это не имеет значения, то для поточных расходомеров, плотномеров, влагомеров, вискозиметров имеет большое значение на каких по-

верочных жидкостях проводятся эти операции и какие влияющие величины учитываются.

Операции поверки и градуировки СИ на МЭ проводятся на рабочей среде в рабочем диапазоне измеряемой среды, но в рабочих точках влияющих величин. При необходимости градуировки на МЭ обычно изменяют один из градуировочных коэффициентов СИ, который уже был определен при поверке и градуировке на стенде, и опять выписывают свидетельство о поверке на СИ и вписывают в него новые градуировочные коэффициенты. Это ничем не оправдывается, так на МЭ этого СИ действуют другие влияющие величины, неучтенные при поверке и градуировке на стенде. Надо отметить, что для некоторых СИ нет возможности проведения поверки и градуировки на МЭ из-за отсутствия рабочих эталонов (мобильных или стационарных). Конечно же, надо создавать рабочие эталоны, позволяющие проводить поверку на МЭ.

Есть такой документ международной организации законодательной метрологии МД № 20 [1], в котором сказано о поверке СИ и измерительного процесса. Схема измерительного процесса приведена на рис. 1.

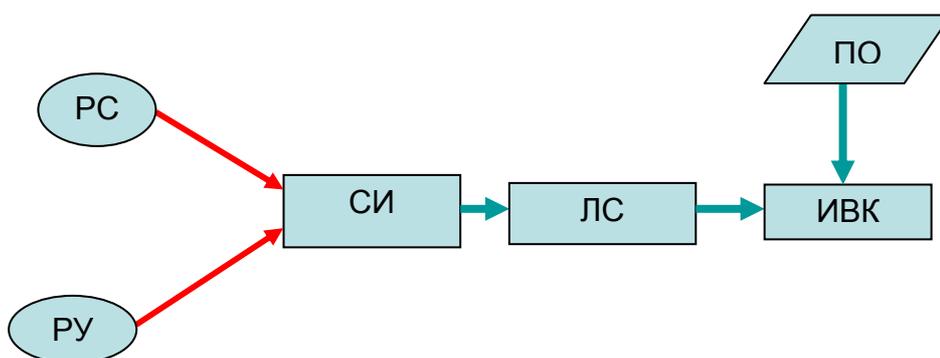


Рис.1 Схема измерительного процесса

РС – рабочая (измеряемая) среда; РУ – рабочие условия эксплуатации;
СИ – средство измерений; ЛС – линия связи; ИВК – измерительно-вычислительный комплекс; ПО – программное обеспечение

Неучтенная погрешность по одной из составляющих измерительного процесса приведет к увеличению погрешности измерений ПТП. При поверке измерительного процесса мы проводим как бы аттестацию методики выполнения измерений (МВИ) ПТП с помощью конкретного СИ. При аттестации МВИ не надо изменять градуировочные коэффициенты СИ, а надо вводить поправку к результату измерений. В некоторых контроллерах, например, СОЛАРТРОН 7951 есть ячейка «offset», с помощью которой можно вводить поправку к результату измерения ПТП, например, плотности. Но для поточных плотномеров, вискозиметров, влагомеров нет аттестации МВИ на МЭ. Поправки к показаниям поточных СИ все же делают на МЭ. Определение поправки для влагомера называется операцией настройки на измеряемый продукт. При этом часто изменяют калибровочный фактор, который уже был определен при градуировке

влажмера на стенде. При этом показания влажмера сравнивают с лабораторией. Но это не калибровка, а сличение. Это – грубая настройка. Для плотномеров при градуировке на МЭ изменяют коэффициент K_0 , то есть дают смещение градуировочной характеристики, что также неправомерно.

А когда проводить поверку и градуировку СИ? Для своевременного обнаружения метрологического отказа надо применять контрольные карты Шухарта. Примеры контрольных карт Шухарта для измерительного процесса приведены в [3]. С помощью этих контрольных карт можно не только вовремя обнаружить выход измерительного процесса из-под контроля, но и идентифицировать тип метрологического отказа. А совмещение контрольных карт с графиками изменений ПТП позволит обнаружить от чего произошел метрологический отказ.

Одна из основных проблем – это проведение градуировки СИ. Есть одна методика градуировки МИ 2898 [4], в которой есть раздел контроля качества градуировки по временным графикам изменения выходного сигнала плотномера мод. 7830/7835 СОЛАРТРОН в реперных точках. Пример временного графика для плотномера мод. 7830 по реперной точке при плотности, равной 860 кг/м^3 , показан на рис. 2. Здесь по оси ординат отложен период выходного сигнала плотномера в микросекундах.

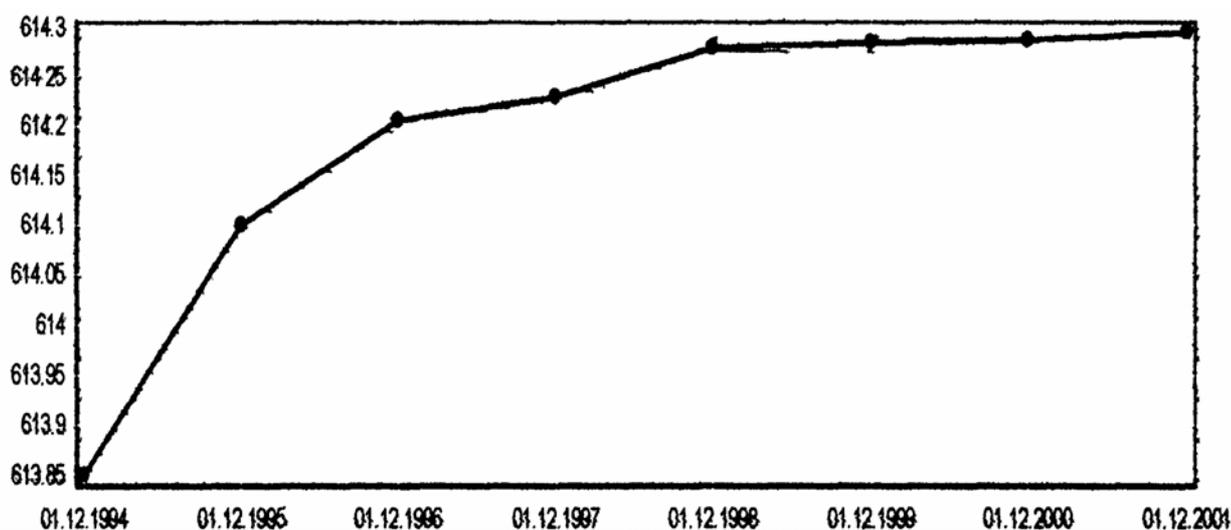


Рис. 2 Временной график изменения периода выходного сигнала плотномера по годам для плотности 860 кг/м^3

По этому графику виден процесс приработки плотномера в течение нескольких лет. За первый год период выходного частотного сигнала в реперной точке увеличился на $0,25 \text{ мкс}$, что соответствует появлению абсолютной погрешности плотномера более $0,5 \text{ кг/м}^3$. Можно сделать интересный вывод: после выпуска из производства надо чаще делать градуировки плотномера, а после приработки плотномера намного реже. По этим графикам среди однотипных СИ можно выбрать контрольные СИ, с помощью которых можно проводить КМХ других СИ, измеряющих тот же ПТП. Результаты КМХ по контрольным картам и графикам изменений ПТП позволят выявить какие градуи-

ровочные коэффициенты надо исправлять, что значительно облегчит операции градуировки и повысит качество градуировки. Необходимо разработать и утвердить методики градуировки СИ, в которых будут прописаны операции градуировки и контроля качества градуировки. Временные графики позволят выявить не только качество градуировки, но и качество изготовления и эксплуатации СИ.

Ниже предлагается пример мониторинга процесса эксплуатации плотномера:

- **После покупки:** Внеочередная поверка и градуировка на стенде с помощью рабочего эталона в рабочих диапазонах измеряемого и влияющих ПТП на имитационных средах с протоколом поверки, сертификатом градуировки и временными графиками изменения выходного сигнала плотномера в реперных точках;
- **Перед вводом в эксплуатацию:** Метрологическая аттестация МВИ плотномером на МЭ с помощью мобильного рабочего эталона с определением систематической и случайной погрешностей;
- **В эксплуатации:** Периодический контроль показаний плотномера с помощью рабочего эталона по контрольным картам Шухарта и контроль графиков изменения ПТП. По результатам контроля определение необходимых операций для предупреждения или исключения метрологического отказа плотномера: повторная аттестация МВИ или поверка и градуировка плотномера на стенде.

Для некоторых СИ достаточно разработать только мобильный стенд и проводить поверку и градуировку на МЭ.

Наша организация ООО «НПП «Нефтегазинжиниринг» (г. Уфа) может выполнить следующие работы по мониторингу эксплуатации СИ:

- ✓ Разработка методик поверки и градуировки СИ с включением в нее метода построения временных графиков изменения выходного сигнала СИ в реперных точках;
- ✓ Разработка программного обеспечения для контроля измерительного процесса с применением контрольных карт Шухарта и графиков изменений ПТП;
- ✓ Разработка МВИ ПТП для поточных и лабораторных СИ;
- ✓ Разработка программ аттестации МВИ и организация проведения аттестации МВИ на МЭ;
- ✓ Организация мониторинга эксплуатации конкретных типов СИ;
- ✓ Разработка, изготовление и поставка стендов стационарного и мобильного для поверки и градуировки СИ на стенде или на МЭ.

На основе такого мониторинга эксплуатации СИ можно выбрать из контролируемых СИ с наилучшими метрологическими характеристиками, которое может быть использовано в качестве рабочего эталона для КМХ, аттестации МВИ конкретным СИ на МЭ или для поверки СИ на стенде.

Мониторинг эксплуатации СИ необходим во всех отраслях промышленности, где требуется точное и правильное измерение ПТП, точный и правиль-

ный учет добываемого, перекачиваемого, перерабатываемого и производимого продукта.

Выводы:

1. Перед вводом в эксплуатацию ответственных СИ необходимо проводить аттестацию МВИ этим СИ на месте эксплуатации, а затем проводить текущий контроль процесса измерений.

2. Текущий контроль (мониторинг) с применением контрольных карт Шухарта показаний СИ и графиков изменений параметров технологического процесса позволит своевременно выявить метрологический отказ СИ и снизить брак поверки и градуировки СИ.

3. Необходимо по результатам градуировки СИ делать временные графики изменений выходного сигнала СИ в реперных точках.

4. Информация по мониторингу эксплуатации СИ будет полезна изготовителю СИ для его совершенствования и повышения конкурентоспособности; поверщику СИ для контроля правильности градуировки СИ и упрощения операций градуировки; владельцу СИ для повышения точности измерений и уменьшения затрат, связанных с неправильным учетом продукции; и в целом, для обеспечения прослеживаемости изменения характеристик СИ в течение эксплуатации.

ЛИТЕРАТУРА

1. МОЗМ МД № 20 «Первичная и последующая поверка средств измерений и измерительных процессов».

2. ГОСТ Р ИСО 5725-6–2002 «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 6. Использование значений точности на практике».

3. МИ 2898–2004 «ГСИ. Преобразователи плотности поточные 7830/7835 фирмы «SOLARTRON». Методика градуировки».

Сведения об авторах:

Фаткуллин Амир Анварович, – гл. метролог ООО «НПП «Нефтегазинжиниринг» (г. Уфа), тел. (347) 264-94-90, E-mail: fatkullin@ngi-ufa.ru.

Насибуллин Айдар Расимович, – ген. директор ООО «НПП «Нефтегазинжиниринг» (г. Уфа), тел. (347) 264-94-90, E-mail: nasibullinar@ngi-ufa.ru.