

## Модернизация рабочего эталона объемного расхода жидкости 2-го разряда

*П. П. Солощенко<sup>1</sup>, Н. А. Вихарева<sup>1\*</sup>*

<sup>1</sup> Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск, Российская Федерация  
\*e-mail: vihareva.nadeshda@yandex.ru

**Аннотация.** В данный момент в Российской Федерации нет идеальных эталонов расхода жидкости, а те, что есть, не охватывают весь спектр приборов, применяемых в сфере государственного регулирования, но спрос на поверку расходомеров безостановочно растет. С прогрессом метрологической промышленности эталонная проливная установка УПР-180 перестала удовлетворять спрос на поверку более новых средств измерений, которые имеют диапазон измерений менее 0,08 м<sup>3</sup>/ч и более 180 м<sup>3</sup>/ч с точностью более 0,75 %. В связи с этими факторами было принято решение произвести модернизацию эталона с целью повышения точности измерений и расширения диапазона измеряемых величин.

**Ключевые слова:** эталон, расходомеры, метрологические характеристики, погрешности

## Modernization of the working standard of the volume flow of liquid of the 2nd category

*P. P. Solohenko<sup>1</sup>, N. A. Vikhareva<sup>1\*</sup>*

<sup>1</sup> Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation  
\*e-mail: vihareva.nadeshda@yandex.ru

**Abstract.** At the moment, there are no ideal standards of fluid flow in the Russian Federation, and those that exist do not cover the entire range of devices used in the field of state regulation, but the demand for checking flow meters is constantly growing. With the progress of the metrological industry, the reference spillage unit UPR-180 has ceased to satisfy the demand for the verification of newer measuring instruments that have a measuring range of less than 0.08 m<sup>3</sup>/h and more than 180 m<sup>3</sup>/h with an accuracy of more than 0.75 %. In connection with these factors, it was decided to modernize the standard in order to increase the accuracy of measurements and expand the range of measured values.

**Keywords:** standard, flow meters, metrological characteristics, errors

### *Введение*

Динамичное развитие промышленных отраслей науки и заметные шаги в сторону научно-технического прогресса стали причиной увеличенного потребления энергетических ресурсов, в том числе привели к увеличению потребления воды, нефти, нефтепродуктов, альтернативных источников энергии и других веществ. Активное внедрение во все сферы жизнедеятельности в течение последних 25 лет приборов учета энергетических и технологических ресурсов привело к формированию соответствующей системы метрологического обеспечения этих приборов как при выпуске из производства, так и в процессе эксплуатации, на протяжении всего жизненного цикла счетчиков и расходомеров различных

ресурсов. Для контроля, соответствия приборов метрологическим характеристикам, были созданы метрологические службы.

Основное требование к используемым расходомерам – точность. Проверка на соответствие определенному классу точности измерения и юстировка расходомеров воды производится на проливных поверочных установках.

С ростом спроса на метрологические услуги и изменением законодательства, возникает необходимость производить модернизацию существующего оборудования. Для конкурентоспособности компании на рынке необходимо предоставлять метрологические услуги максимально качественно и быстро, поэтому модернизация проливной установки необходима. Также важно отвечать требованиям рынка и законодательства. Без учета этих трендов любая услуга не будет востребована и не сможет приносить прибыль компании ее предоставляющей.

Модернизация проливной установки позволит снизить трудозатраты на обеспечения процесса поверки и юстировки, а также благоприятно скажется на удовлетворённости услугой заказчиков [1].

### ***Методы и материалы***

Рабочий эталон единицы объема жидкости в потоке 2 разряда в диапазоне значений в потоке от 0,08 до 180 м<sup>3</sup>/ч и точностью 0,25 % представленный на рис. 1, предназначен для воспроизведения, хранения и передачи единицы объема жидкости в потоке, единицы объемного расхода жидкости в соответствии с частью 1 Государственной поверочной схемы для средств измерений массы и объема жидкости в потоке, объема жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объемного расходов жидкости, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 07.02.2018 № 256 [2 – 4].

Эталон применяется для поверки и калибровки средств измерений (преобразователей расхода, расходомеров и счетчиков жидкости объемных) с диапазоном расходов от 0,08 до 180 м<sup>3</sup>/ч методом прямого (непосредственного) сличения.

Принцип действия установки основан на сравнении расходов воды, полученных в одинаковых условиях, по шкале эталонных и поверяемых средств измерений.

Установка включает в себя контур измерений методом сличения. В качестве эталонных средств измерений контура измерений методом сличения используются электромагнитные расходомеры «Энергия Э» [5] (ЭСИ1, ЭСИ2, ЭСИЗ) имеющий следующие характеристики:

- ЭСИ1 ду100 – поверочный расход 8 – 180 м<sup>3</sup>/ч;
- ЭСИ2 ду25 – поверочный расход от 1 до 8 м<sup>3</sup>/ч;
- ЭСИЗ ду10 – поверочный расход 0,08 - 1 м<sup>3</sup>/ч.

Расходомеры-счетчики электромагнитные «Энергия Э» Класса А1 являются средствами измерений, внесенным в государственный реестр средств измерений.

Принцип действия расходомеров-счетчиков электромагнитных «ЭНЕРГИЯ- Э» основан на измерении электродвижущей силы, пропорциональной скоро-

сти потока, возникающей при протекании потока жидкости через наведенное системой электромагнитов магнитное поле. Электродвижущая сила воспринимается электродами и преобразуется в значение объемного расхода и объема жидкости.



Рис. 1. Общий вид эталона единицы объема жидкости в потоке

Основные составляющие эталонной установки являются: эталонные средства измерений контура ИМС; источники расхода установки (серийные центробежные насосы); рабочие столы поверки установки для поверяемых средств измерений типоразмера (нестандартное оборудование); узел регулирования расхода установки, оснащенный серийными шаровыми кранами Ду (100, 80, 50, 25, 15), мм; рабочая система хранения жидкости объемом не менее 8 м<sup>3</sup>

Задачи по повышению точности измерений и расширению диапазона измеряемых величин планируем решить заменой эталонов на более точные, путём анализа четырех лучших расходомеров, сравнивая их по 4 наиболее важным параметрам (табл. 1).

Таблица 1

Сравнение эталонов расхода жидкости

СИ	Q min, м <sup>3</sup> /ч	Q max, м <sup>3</sup> /ч	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений расхода и объёма жидкости, %	Стоимость, руб.
Энергия Э ООО "РКСЭнерго", г. С.-Петербург	0,08	180	0,25	-
ОПТИМАСС 6400 Фирма "Krohne", Германия	0,02	250	0,1	245 000
SITRANS SIEMENS Фирма "Siemens Production Automation S, A, S.", Франция	0,05	230	0,15	218 000
ЭСКО-Р ООО "ЭСКО 3Э", г. Москва	0,08	220	0,25	120 000

## Результаты

По результатам проведенных экспериментальных измерений наблюдаем точность работ эталонов на нижних расходах. Глядя на графики, можно сделать вывод, что расходомер «OPTIMASS 6400» наиболее точный и имеет наименьшую погрешность равную 0,02 %.

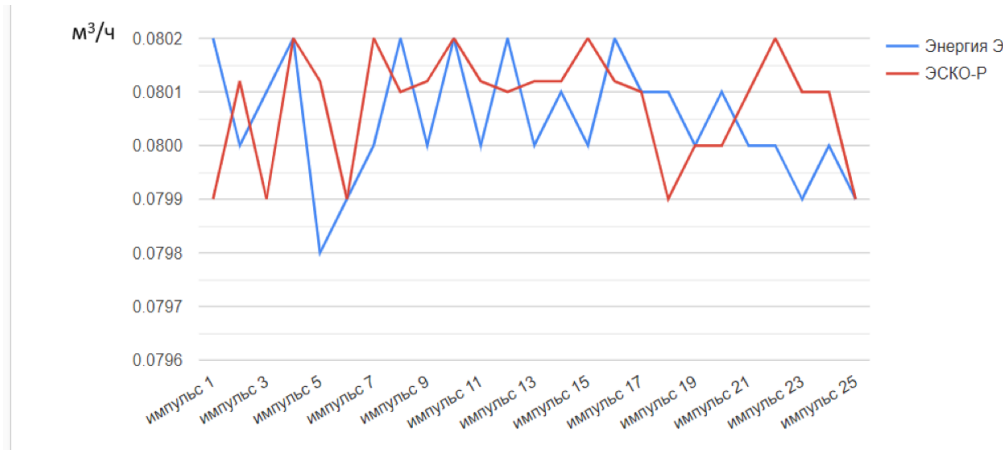


Рис. 2. Показания расходомера «Энергия Э» и «ЭСКО-РЭ» ДУ10 на Q min

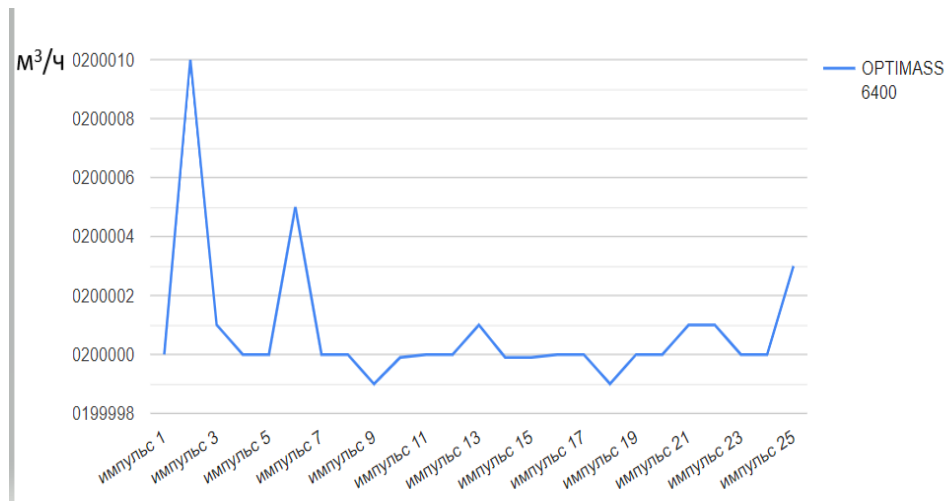


Рис. 3. Показания расходомера «OPTIMASS 6400» ДУ10 на Q min

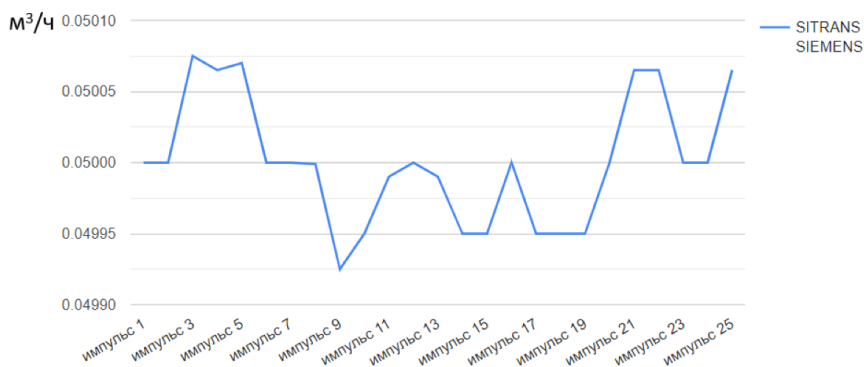


Рис. 4. Показания расходомера «SITRANS SIEMENS» ДУ10 на Q min

В сравнении измеряемых диапазонов расходомеров «OPTIMASS 6400» и действующего эталона «Энергия Э», видно, что расходомер фирмы «Krohne» превосходит по Q min на 75 % на Q max на 28 %.

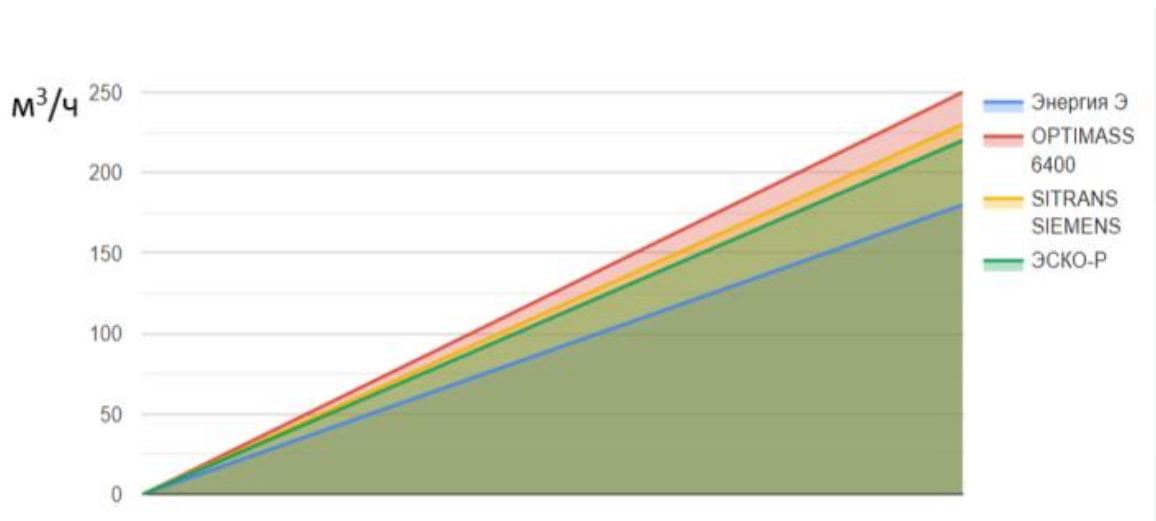


Рис. 5. Q min расходомеров ДУ10

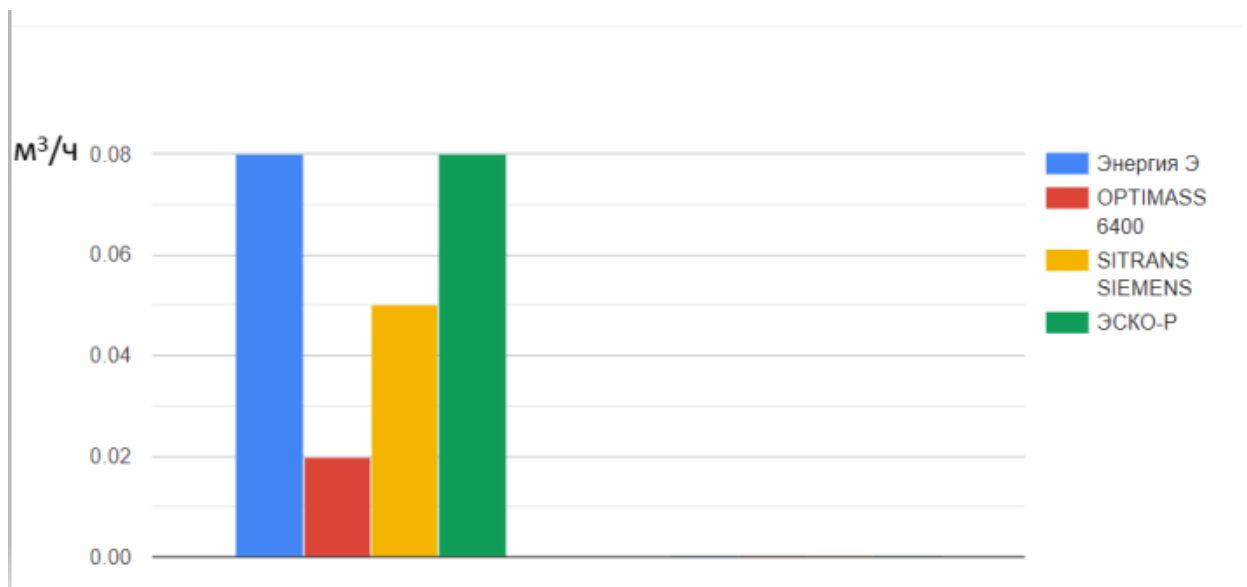


Рис. 6. Q max расходомеров ДУ100

### Обсуждение

На графиках видно, насколько точнее эталон «OPTIMASS 6400» в сравнении с другими эталонами. Было принято решение модернизировать установку заменой эталона «ЭНЕРГИЯ Э» на расходомер фирмы «Krohne».

С помощью модернизации получится расширить диапазон измеряемых величин и повысить точность проведения измерений. Увеличенный диапазон из-

мерений и приведение показателей точности установки в соответствие 2 разряду ГПС, позволит нашей организации расширить список поверяемых приборов, что благоприятно скажется на удовлетворенности услугой заказчиков и соответственно на объемах работ. Повышение точности оптимизируют систему юстировки приборов, что значительно повысит производительность и увеличит объем работ.

### *Заключение*

Проведя измерения и сравнивая результаты, было выявлено что, модернизация позволит увеличить точность на 60 %, а диапазон измеримых величин расширить более чем на 35 %.

Выводом данных заключений является то, что модернизация по этому методу является эффективной и решает все поставленные задачи. Так же можно сделать вывод, что модернизация проливной установки – это экономически более выгодно, чем покупка эталонной установки утвержденного типа с подходящим параметрами.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1 ФЗ №. Об обеспечении единства измерений: федеральный закон Российской Федерации; введен 11.06.2008. – Москва: Кремль, 2021. – Текст : непосредственный.

2 Аттестация эталонов единиц массового и объемного расходов жидкости. – Текст: электронный. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/attestatsiya-etalonov-edinits-massovogo-i-obemnogo-rashodov-zhidkosti> (дата обращения: 13.05.2021).

3 ГОСТ 8.374–2013. ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений объемного и массового расхода (объема и массы) воды: межгосударственный стандарт; введен 07.06.2013. – Москва: Стандартинформ, 2014, – 4 с. – Текст: непосредственный.

4 Приказ № 256. ГСИ. Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений массы и объема жидкости в потоке, объема жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объемного расходов жидкости; введен 07.02.2018 – Москва: Росстандарт, 2018. – Текст : непосредственный.

5 РЭ. «Установка поверочная расходомерная УПР-180 «Энергия-Новосибирск»: руководство по эксплуатации; введен 03.07.2016. – Новосибирск: Центр стандартизации и метрологии, 2016. – 31 с. – Текст : непосредственный.

© П. П. Солощенко, Н. А. Вихарева, 2022