ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ «ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИИ им.Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА»

ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ РАСХОДОМЕТРИИ - ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИТАРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ «ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИИ ИМ.Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА»
ВНИИР – филиал ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора филиала
ВНИИР – филиала
ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»

_____ А.С. Тайбинский

М.П.

«08» июня _____ 2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

РАСХОДОМЕРЫ-СЧЕТЧИКИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ГЕЛИКОН РЭЛ-100

Методика поверки
МП 1521-1-2023

Начальник научно-
исследовательского отдела
_____ Р.А. Корнеев
Тел. отдела: +7(843) 272-12-02

г. Казань

2023 г.

1 Общие положения

Настоящий документ распространяется на расходомеры-счетчики электромагнитные Геликон РЭЛ-100 (далее – расходомеры).

Прослеживаемость расходомеров к Государственному первичному специальному эталону единиц массы и объема жидкости в потоке, массового и объемного расходов жидкости ГЭТ 63-2019, к Государственному первичному эталону единицы объема жидкости в диапазоне от 1,0·10-9 м³ до 1,0 м³ ГЭТ 216-2018, к Государственному первичному эталону единицы массы-килограмма ГЭТ 3-2020 и к Государственному первичному эталону единиц времени, частоты и национальной шкалы времени ГЭТ 1-2022 обеспечивается в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений массы и объема жидкости в потоке, объема жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объемного расходов жидкости (часть 1), утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2356.

В методике поверки реализованы методы передачи единиц величин непосредственным сличением и методом косвенных измерений.

В результате поверки расходомера (в зависимости от используемого метода поверки) должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические требования

Наименование характеристики	Значение
1	2
Диапазон измерений объемного расхода жидкости[1)], м³/ч	от 0,01 до 100000
Пределы допускаемой основной относительной погрешности расходомеров при измерении объемного расхода жидкости и объема жидкости в потоке по частотно-импульсному каналу, индикатору, цифровому каналу при поверке методом непосредственного сличения[2)] %, не более	
– Класс А02: в диапазоне расходов от $0{,}1 \cdot Q_{наиб}$ до $Q_{наиб}$	± 0,18
в диапазоне расходов от $0{,}007 \cdot Q_{наиб}$ до $0{,}1 \cdot Q_{наиб}$	± (0,18+0,08/v)
– Класс В03: в диапазоне расходов от $0{,}035 \cdot Q_{наиб}$ до $Q_{наиб}$	± 0,35
в диапазоне расходов от $0{,}007 \cdot Q_{наиб}$ до $0{,}035 \cdot Q_{наиб}$	± (0,35+0,08/v)
– Класс С07: в диапазоне расходов от $0{,}05 \cdot Q_{наиб}$ до $Q_{наиб}$	± 0,75
в диапазоне расходов от $0{,}007 \cdot Q_{наиб}$ до $0{,}05 \cdot Q_{наиб}$	± (0,75+0,08/v)
– Класс Е1: в диапазоне расходов от $0{,}05 \cdot Q_{наиб}$ до $Q_{наиб}$;	± 1,0
в диапазоне расходов от $0{,}001 \cdot Q_{наиб}$ до $0{,}05 \cdot Q_{наиб}$;	± (1,0+0,08/v)
Пределы допускаемой основной относительной погрешности расходомеров при измерении объемного расхода жидкости и объема жидкости в потоке по частотно-импульсному каналу, индикатору, цифровому каналу при поверке имитационном методом, %, не более	
– Класс А02: в диапазоне расходов от $0{,}1 \cdot Q_{наиб}$ до $Q_{наиб}$	±1,25
в диапазоне расходов от $0{,}007 \cdot Q_{наиб}$ до $0{,}1 \cdot Q_{наиб}$	±(1,25+0,08/v)
– Класс В03: в диапазоне расходов от $0{,}035 \cdot Q_{наиб}$ до $Q_{наиб}$	±1,4
в диапазоне расходов от $0{,}007 \cdot Q_{наиб}$ до $0{,}035 \cdot Q_{наиб}$	±(1,4+0,08/v)
– Класс С07: в диапазоне расходов от $0{,}05 \cdot Q_{наиб}$ до $Q_{наиб}$	±1,8
в диапазоне расходов от $0{,}007 \cdot Q_{наиб}$ до $0{,}05 \cdot Q_{наиб}$	±(1,8+0,08/v)
– Класс Е1: в диапазоне расходов от $0{,}05 \cdot Q_{наиб}$ до $Q_{наиб}$;	±2
в диапазоне расходов от $0{,}001 \cdot Q_{наиб}$ до $0{,}05 \cdot Q_{наиб}$;	±(2+0,08/v)

1	2
Пределы допускаемой основной относительной погрешности расходомеров при измерении объемного расхода жидкости по аналоговому каналу при поверке методом непосредственного сличения[2)] %, не более	$\pm(\delta_н+0,3)$
Пределы допускаемой основной относительной погрешности расходомеров при измерении объемного расхода жидкости по аналоговому каналу при поверке имитационном методом, %, не более	$\pm(\delta_и+0,3)$
Пределы допускаемой дополнительной относительной погрешности расходомеров при измерении объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости от изменения температуры жидкости на каждые 10 °С изменения температуры от плюс 20 °С в диапазоне рабочих температур, %	±0,2
Пределы допускаемой дополнительной относительной погрешности расходомеров при измерении объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости от изменения температуры окружающей среды на каждые 10 °С изменения температуры от плюс 20 °С в диапазоне рабочих температур, %	±0,1

$Q_{наиб}$ – наибольший объемный расход жидкости, $м^3/ч$;

$\delta_н$ – предел допускаемой относительной погрешности расходомеров измерения объемного расхода жидкости и объема жидкости в потоке при измерении объемного расхода жидкости и объема жидкости в потоке по частотно-импульсному каналу, индикатору, цифровому каналу при поверке методом непосредственного сличения

$\delta_и$ – предел допускаемой основной относительной погрешности расходомеров при измерении объемного расхода жидкости и объема жидкости в потоке по частотно-импульсному каналу, индикатору, цифровому каналу при поверке имитационном методом

ν – значение, численно равное скорости потока: $\nu = Q/(k \cdot DN^2)$, м/с, где Q – измеряемый объемный расход жидкости, $м^3/ч$; DN – номинальный диаметр, мм; k – коэффициент $2,83 \cdot 10^{-3}$, с/ч;

1) конкретное значение указано в паспорте;

2) только для расходомеров с $Q_{наиб} \leq 2000$ $м^3/ч$;

2 Перечень операций поверки

При проведении поверки выполняют следующие операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции	Номер раздела	Проведение операции при:	
		первичной поверки	периодической поверки
Внешний осмотр средства измерений	7	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	Да	Да
Проверка программного обеспечения средства измерений	9	Да	Да
Определение метрологических характеристик средства измерений	10	Да	Да
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	11	Да	Да

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки соблюдают следующие условия:

Измеряемая среда – жидкость (вода) с параметрами:

– температура, °С	от +15 до +25
– давление, МПа, не более	1,6

Окружающая среда – воздух с параметрами:

– температура, °С	от +10 до +30
– относительная влажность, %	от 30 до 80
– атмосферное давление, кПа	от 84 до 107

Попадание воздуха в измерительный участок не допускается.

3.2 Допускается проводить поверку расходомеров на месте эксплуатации расходомеров при соблюдении требований к условиям эксплуатации средств поверки.

3.3 Средства измерений, предназначенные для измерений условий окружающей среды и измеряемой среды, на момент поверки расходомера должны иметь действующие сведения о положительных результатах поверки средств измерений, включенные в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 При проведении поверки специалисты должны соответствовать следующим требованиям:

– обладать навыками работы на расходомере и применяемых средствах поверки;

– знать требования данного документа;

– обладать навыками работы по данному документу.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

Метрологические и технические требования к средствам поверки приведены в таблице 3

Таблица 3 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Характеристики	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
п. 10.1.1 Определение относительной погрешности измерений объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости методом непосредственного сличения	Рабочий эталон единиц объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости 1-го или 2-го разряда согласно ГПС (часть 1), утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2023 №2356, диапазон измерений (воспроизведения) объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости эталона должен соответствовать диапазону средства измерений, пределы относительной погрешности (доверительные границы суммарной погрешности) должны быть меньше пределов относительной погрешности средства измерений не менее чем в три раза.	Установки поверочные Эрмитаж, регистрационный номер 71416-18 (далее – эталон)

1	2	3
п. 10.1.2 Определение относительной погрешности при измерении объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости методом косвенных измерений (имитационный метод)	Средство измерений согласно ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2360 с возможностью генерирования сигналов специальной формы (диапазон частоты от 4 до 6,5 Гц)	Генераторы сигналов специальной формы АКИП-3409/1А, АКИП-3409/2А, АКИП-3409/3А, регистрационный № 75788-19 (далее – имитатор)
	Рабочий эталон 5 разряда согласно ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2360, диапазон измерений от 1 Гц до 20 кГц	Частотомер электронно-счетный Ч3-85/3, регистрационный №32359-06 (далее – частотомер)
	Рабочий эталон 2 разряда согласно ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 01.10.2018 № 2091, диапазон измерений ±25 мА (при наличии аналогового канала)	Калибратор многофункциональный модели MC6-R, регистрационный № 52489-13 (далее – калибратор)

Примечания:

1 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемого расходомера с требуемой точностью;

2 Эталоны и средства измерений, используемые в качестве средств поверки, должны быть аттестованы или иметь действующие положительные сведения о поверке, включенные в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки соблюдают следующие требования (условия):

– правил техники безопасности, действующих на месте проведения поверки;

– правил безопасности при эксплуатации средств поверки и расходомера, приведенных в их эксплуатационных документах;

– правил по охране труда, действующих на месте проведения поверки.

6.2 К средствам поверки и расходомеру обеспечивают свободный доступ.

6.3 Освещенность должна обеспечивать отчетливую видимость средств поверки и расходомера, а также снятие показаний с них.

6.4 При появлении течи измеряемой среды и других ситуаций, нарушающих процесс проведения поверки, поверка должна быть прекращена или приостановлена до устранения неисправностей.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1.1 При внешнем осмотре устанавливают соответствие расходомера следующим требованиям:

– комплектность и маркировка расходомера должны соответствовать эксплуатационным документам;

– на расходомере не должно быть внешних механических повреждений и дефектов, препятствующих его применению;

– на расходомере должна быть возможность нанесения знака поверки в целях защиты от несанкционированного вмешательства.

7.1.2 Результат внешнего осмотра считают положительным, если комплектность и маркировка расходомера соответствует эксплуатационным документам, на расходомере отсутствуют внешние механические повреждения и дефекты, препятствующие его применению, на расходомере присутствует возможность нанесения знака поверки в целях защиты от несанкционированного вмешательства или отрицательным, если комплектность и маркировка расходомера не соответствует эксплуатационным документам, на расходомере присутствуют внешние механические повреждения и/или дефекты, препятствующие его применению и/или на расходомере отсутствует возможность нанесения знака поверки в целях защиты от несанкционированного вмешательства. При отрицательном результате выполнение дальнейших операций поверки прекращают.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Подготовка к поверке

При подготовке к поверке выполняют следующие работы:

– проверка выполнения условий разделов 3, 4, 5 и 6 настоящего документа;

– подготовка к работе расходомера и средств поверки согласно их эксплуатационным документам;

– проверка герметичности соединений и узлов гидравлической системы рабочим давлением.

8.2 Опробование

При опробовании проверяют работоспособность расходомера в соответствии с его эксплуатационными документами. При этом, изменяя (имитируя) расход поверочной жидкости, убеждаются по показаниям расходомера в изменении значений расхода жидкости.

Результат опробования расходомера считают положительным, если при изменении (имитации) расхода поверочной жидкости — изменяются значения расхода жидкости по показаниям расходомера или отрицательным, если при изменении (имитации) расхода поверочной жидкости — не изменяются значения расхода жидкости по показаниям расходомера. При отрицательном результате выполнение дальнейших операций по поверке прекращают.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

При проверке программного обеспечения (далее — ПО) проводят проверку на соответствие идентификационных данных (идентификационного наименования ПО, номера версии (идентификационного номера) ПО), полученных в ходе проверки, идентификационным данным, указанным в описании типа.

Проверку ПО допускается проводить двумя методами: при включении расходомера в соответствии с пунктом 9.1 и (или) с помощью персонального компьютера с установленным программным обеспечением «Helikon REL Stream» в соответствии с пунктом 9.2 настоящей методики поверки.

9.1 После подачи питания на индикаторе расходомера (при его наличии) будут отражаться следующие данные:

– идентификационное наименование ПО;

– номер версии (идентификационный номер) ПО;

9.2 Проверка ПО с помощью персонального компьютера с установленным программным обеспечением «Helikon REL Stream» необходимо:

– подключить интерфейсный выход расходомера к персональному компьютеру с предустановленным программным обеспечением «Helikon REL Stream» в соответствии с руководством по эксплуатации расходомера;

– включить расходомер;

– инициализировать процесс обмена информацией персонального компьютера и расходомера;

– на экране персонального компьютера в окне программного обеспечения «Helikon REL Stream» будут отражаться следующие идентификационные данные:

– идентификационное наименование ПО;

– номер версии (идентификационный номер) ПО.

9.3 Результат подтверждения соответствия программного обеспечения считается положительным, если полученные идентификационные данные ПО расходомера (идентификационное наименование ПО, номер версии (идентификационный номер) ПО) соответствуют идентификационным данным, указанным в описании типа.

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Определение основной относительной погрешности измерений объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости методом непосредственного сличения или методом косвенных измерений (имитационный метод)

Определение основной относительной погрешности измерений объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости методом непосредственного сличения проводят путем сравнения показаний расходомера и эталона в соответствии с пунктом 10.1.1 или имитационным методом в соответствии с пунктом 10.1.2.

10.1.1 Определение основной относительной погрешности измерений объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости методом непосредственного сличения

Определение относительной погрешности расходомеров при измерении объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости проводят по каждому каналу (частотно-импульсному и аналоговому, при их наличии) при трех значениях объемного расхода жидкости, выбранных в соответствии с таблицей 4. При каждом значении объемного расхода жидкости выполняют не менее трех измерений. При каждом измерении обеспечивают время измерения не менее 60 секунд или набор не менее 5000 импульсов при использовании частотно-импульсного выхода расходомера.

Таблица 4 – Значения объемного расхода жидкости

<table>
<tr><td rowspan="2">Номинальный диаметр</td><td colspan="3">Номер поверочной точки</td></tr>
<tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr>
<tr><td>DN2 – DN8</td><td>0,01 м^3/ч</td><td rowspan="3">0,5·$Q_{наиб}$</td><td rowspan="2">0,9·$Q_{наиб}$</td></tr>
<tr><td>DN10 – DN15</td><td rowspan="3">0,007·$Q_{наиб}$</td></tr>
<tr><td>DN20-DN150</td><td>0,75·$Q_{наиб}$</td></tr>
<tr><td>DN200-DN300</td><td>0,25·$Q_{наиб}$</td><td>0,5·$Q_{наиб}$</td></tr>
<tr><td colspan="4">$Q_{наиб}$ — наибольший объемный расход жидкости, м^3/ч
Расход устанавливается с допуском +10 % в поверочной точке с номером 1 и ±10 % в поверочных точках с номерами 2, 3.</td></tr>
</table>

10.1.2 Определение относительной погрешности при измерении объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости методом косвенных измерений (имитационный метод)

10.1.2.1. Проверка работоспособности первичного измерительного преобразователя расхода (ППР).

Отключить питание счетчика-расходомера и произвести демонтаж и отсоединение вторичного измерительного преобразователя расхода (далее – ВПР) от первичного измерительного преобразователя расхода (далее – ППР) расходомера. Проверить работоспособность ППР в соответствии с указаниями п. 3.1.6 руководства по эксплуатации. Зафиксировать результат проверки работоспособности ППР в протоколе поверки.

10.1.2.2. Определение относительной погрешности расходомера при измерении объема и объемного расхода жидкости проводят путем сличения показаний расходомера и имитатора.

Подключить ВПР к имитатору в соответствии с их эксплуатационными документами.

Провести проверку установки показаний нуля, для этого установить режим имитации скорости потока измеряемой среды 0 м/с, на дисплее (или по цифровому каналу) ВПР должна отображаться скорость потока измеряемой среды 0 м/с.

На имитаторе последовательно имитируют значения скорости потока равные 2 м/с, 4 м/с, 10 м/с (согласно Приложению 3 руководства по эксплуатации на расходомеры). При каждом значении расхода проводят не менее 5 измерений. Время измерения не менее 30 с. При каждом из режимов фиксируют показания расходомера по частотно-импульсному каналу с помощью частотомера и аналоговому каналу (при наличии) с помощью калибратора.

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Определение основной относительной погрешности измерений объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости методом непосредственного сличения или методом косвенных измерений (имитационный метод)

11.1.1 Определение основной относительной погрешности измерений объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости методом непосредственного сличения

Основную относительную погрешность расходомера определяют по частотно-импульсному каналу и по аналоговому каналу (при наличии).

Основную относительную погрешность расходомера при измерении объемного расхода жидкости определяют по формуле

$$\delta(Q_V)_{ji} = \left(\frac{Q_{V_{ji}} - Q_{V_{\text{эт}ji}}}{Q_{V_{\text{эт}ji}}} \right) \cdot 100, \qquad (1)$$

где Q_V – объемный расход жидкости по показаниям расходомера, м^3/ч;

$Q_{V_{\text{эт}}}$ – объемный расход жидкости по показаниям эталона, м^3/ч;

i – индекс измерения;

j – индекс точки расхода.

Метрологические характеристики расходомеров при измерении объема жидкости в потоке по частотно-импульсному каналу принимают равными метрологическим характеристикам расходомеров при измерении объемного расхода жидкости по частотно-импульсному каналу.

Результат определения метрологических характеристик считают положительным, если основная относительная погрешность расходомеров при измерении объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости не превышает пределов, рассчитанных по формулам, приведенным в таблице 1 или отрицательным, если основная относительная погрешность расходомеров при измерении объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости, определенная при каждом измерении превышает пределы, рассчитанных по формулам, приведенным в таблице 1.

11.1.2 Определение основной относительной погрешности при измерении объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости методом косвенных измерений (имитационный метод)

Основную относительную погрешность расходомера определяют по частотно-импульсному каналу и по аналоговому каналу (при наличии).

Значение объемного расхода жидкости, заданное имитатором, м^3/ч определяют по формуле

$$Q_{V_{\text{и}j}} = v_{\text{и}j} \cdot k \cdot DN^2, \qquad (2)$$

где $v_{\text{и}j}$ – значение имитируемой скорости потока, м/с;

k – коэффициент $2{,}83 \cdot 10^{-3}$ с/ч;

DN – номинальный диаметр, мм, указанный в паспорте на расходомер;

j – индекс точки расхода.

Основную относительную погрешность расходомера при измерении объемного расхода жидкости определяют по формуле

$$\delta(Q_V)_{ji} = \left(\frac{Q_{V_{ji}} - Q_{V_{\text{и}j}}}{Q_{V_{\text{и}j}}} \right) \cdot 100, \qquad (3)$$

где Q_V – объемный расход жидкости по показаниям расходомера, м^3/ч;

$Q_{V_{\text{и}}}$ – объемный расход жидкости, заданный имитатором, м^3/ч;

i – индекс измерения;

j – индекс точки расхода.

Метрологические характеристики расходомеров при измерении объема жидкости в потоке по частотно-импульсному каналу принимают равными метрологическим характеристикам расходомеров при измерении объемного расхода жидкости по частотно-импульсному каналу.

Результат определения метрологических характеристик считают положительным, если основная относительная погрешность расходомеров при измерении объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости не превышает пределов, рассчитанных по формулам, приведенным в таблице 1 или отрицательным, если основная относительная погрешность расходомеров при измерении объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости, определенная при каждом измерении превышает пределы, рассчитанных по формулам, приведенным в таблице 1.

12 Оформление результатов поверки

12.1 Результаты измерений и вычислений вносят в протокол поверки произвольной формы.

Сведения о результатах поверки передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком проведения поверки средств измерений, предусмотренным действующим законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений.

12.2 При положительных результатах поверки по заявлению заказчика оформляют свидетельство о поверке, подтверждающее соответствие расходомера обязательным требованиям к эталонам в соответствии с действующим законодательством Российской Федерации, к которому прилагают протокол поверки. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке (при его наличии), а также с помощью свинцовой (пластмассовой) пломбы и проволоки на крышку измерительного блока или с помощью пломбировочной мастики, расположенной в пломбировочных стаканах на плату коммутационной коробки.

12.3 При отрицательных результатах поверки расходомер к применению не допускают, по заявлению заказчика выдают извещение о непригодности с указанием причин в соответствии с действующим законодательством Российской Федерации.