

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии

**УРАЛЬСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИИ –
ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИТАРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИИ
ИМ.Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА»
(УНИИМ – филиал ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»)**

СОГЛАСОВАНО

Директор УНИИМ – филиала

ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»

Е.П. Соби́на

14" ноября 2023 г.



«ГСИ. Реометры ротационные BSL R1. Методика поверки»

МП 70-251-2023

**Екатеринбург
2023 г.**

ПРЕДИСЛОВИЕ

1. РАЗРАБОТАНА Уральским научно-исследовательским институтом метрологии – филиалом Федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева» (УНИИМ – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»)
2. ИСПОЛНИТЕЛЬ ведущий инженер лаб. 251, Засухин А.С.
3. СОГЛАСОВАНА директором УНИИМ – филиала ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева» в 2023 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1 Общие положения	4
2 Нормативные ссылки	4
3 Перечень операций поверки средства измерений	5
4 Требования к условиям проведения поверки	5
5 Требования к специалистам, осуществляющим поверку	6
6 Метрологические и технические требования к средствам поверки	6
7 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки.....	6
8 Внешний осмотр средства измерений	7
9 Подготовка к поверке и опробование средства измерений.....	7
10 Проверка программного обеспечения средства измерений	7
11 Определение метрологических характеристик средства измерений	7
12 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	8
13 Оформление результатов поверки	9
ПРИЛОЖЕНИЕ А	10

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на реометры ротационные BSL R1 (далее – реометры), выпускаемые ООО «БСЛ-Лаб», Россия. Реометры подлежат первичной и периодической поверке. Поверка реометров должна производиться в соответствии с требованиями настоящей методики.

1.2 При проведении поверки прослеживаемость реометров обеспечивается к:

– ГЭТ 17-2018 «Государственный первичный эталон единиц динамической и кинематической вязкости жидкости» в соответствии с приказом Росстандарта Российской Федерации от 05.11.2019 г. № 2622 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений вязкости жидкостей»;

– ГЭТ 34-2020 «Государственному первичному эталону единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °С» в соответствии с приказом Росстандарта Российской Федерации от 23.12.2022 г. № 3253 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений температуры».

1.3 В настоящей методике поверки реализована поверка методом прямых измерений.

1.4 Настоящая методика поверки применяется для поверки реометров, используемых в качестве рабочих средств измерений. В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений динамической вязкости, мПа·с, для комбинации: – F1R1B5 – F2R1B5	от 1 до 100 от 100 до 30 000
Пределы допускаемой приведенной к нормирующему значению погрешности измерений динамической вязкости ¹⁾ , %	± 3
Диапазон измерений температуры, °С	от + 20 до + 150
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры, °С, в поддиапазоне: – от + 20 °С до + 100 °С включ. – св. + 100 °С до + 150 °С	± 0,1 ± 1,0
¹⁾ Нормирующее значение рассчитывают по формуле $D_i = \frac{K \cdot \theta_{max}}{v_i},$ где v_i – i -ая частота вращения ротора, об/мин; θ_{max} – максимальное значение напряжения сдвига, мН/м ² ; K – коэффициент преобразования реометра, мПа·с·(об/мин)/(мН/м ²).	

2 Нормативные ссылки

2.1 В настоящей методике поверки использованы ссылки на следующие документы:

– Приказ Министерства труда и Социальной защиты РФ от 15.12.2020 г. № 903н «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок»;

– Приказ Росстандарта Российской Федерации от 05.11.2019 г. № 2622 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений вязкости жидкостей»;

- Приказ Росстандарта Российской Федерации от 23.12.2022 г. № 3253 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений температуры».
- ГОСТ Р 52501-2005 Вода для лабораторного анализа. Технические условия;
- ГОСТ 12.2.007.0-75 «Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности».

3 Перечень операций поверки средства измерений

3.1 При поверке должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 –Операции поверки

Наименование операции	Обязательность проведения операций при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр	да	да	8
Подготовка к поверке и опробование	да	да	9
Определение метрологических характеристик средства измерений	да	да	11
Определение абсолютной погрешности измерений температуры и проверка диапазона измерений температуры	да	да	11.1
Определение приведенной к нормирующему значению погрешности измерений динамической вязкости и проверка диапазона измерений динамической вязкости	да	да	11.2
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	да	да	12

3.2 В случае невыполнения требований хотя бы к одной из операций поверка прекращается и выполняются операции по п. 13.4.

3.3 На основании письменного заявления владельца реометра или лица, представившего реометр на поверку, оформленного в произвольной форме, допускается проведение периодической поверки для меньшего числа измеряемых величин (поверка в сокращенном объеме) с указанием в сведениях о поверке информации об объеме проведенной поверки. Данная информация приводится в свидетельстве о поверке (в случае его оформления) и в сведениях, направляемых в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

3.4 На основании письменного заявления владельца реометра или лица, представившего реометр на поверку, оформленного в произвольной форме, допускается проведение периодической поверки при комплектации реометра обеими торсионными пружинами для одной из торсионных пружин (поверка в сокращенном объеме) с указанием в сведениях о поверке информации об объеме проведенной поверки. Данная информация приводится в свидетельстве о поверке (в случае его оформления) и в сведениях, направляемых в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

4 Требования к условиям проведения поверки

4.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающей среды, °С от + 15 до + 25
- относительная влажность, %, не более 80

5 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

5.1 К проведению работ по поверке реометров допускаются лица, прошедшие обучение в качестве поверителя, изучившие руководство по эксплуатации на реометры (далее – РЭ) и настоящую методику поверки.

6 Метрологические и технические требования к средствам поверки

6.1 При проведении поверки применяют оборудование согласно таблице 3.

Таблица 3 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 9 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от плюс 10 °С до плюс 40 °С с абсолютной погрешностью не более 1 °С; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 20 % до 90 %, с абсолютной погрешностью не более 3 %	Термогигрометры электронные «CENTER» моделей 310, 311, 313, 314, 315, 316 (рег.№ 22129-09)
п.11. Определение метрологических характеристик средства измерений	Вода для лабораторного анализа 1-ой степени очистки по ГОСТ Р 52501-2005 Стандартные образцы вязкости жидкости: интервал допускаемых аттестованных значений динамической вязкости: от 5,4 до 23 720 мПа·с (при T=(40,00±0,01) °С), границы допускаемой относительной погрешности аттестованных значений ±0,3 % при P=0,95.	ГСО 8596-2004 ГСО 10077-2012 ГСО 8605-2004 ГСО 8606-2004
	Эталоны единицы температуры, соответствующие требованиям к рабочим эталонам не ниже 3 разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 23.12.2022 г. № 3253 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений температуры» в диапазоне значений температуры от плюс 10 °С до плюс 150 °С	Термометр сопротивления платиновый вибропрочный эталонный ПТСВ-6м-3, рег. №57690-14; Измеритель температуры двухканальный прецизионный МИТ 2.05М, рег. №29933-05
<i>Примечание - Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, стандартные образцы утвержденного типа, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.</i>		

6.2 Эталоны, применяемые для поверки, должны быть поверены (аттестованы), средства измерений должны быть утвержденного типа и поверены, стандартные образцы должны быть утвержденного типа и иметь действующий паспорт.

7 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

7.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования Приказа Министерства труда и Социальной защиты РФ от 15.12.2020 г. № 903н «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок», требования ГОСТ 12.2.007.0

8 Внешний осмотр средства измерений

8.1 При внешнем осмотре устанавливают:

- соответствие внешнего вида реометра сведениям, приведенным в описании типа;
- отсутствие видимых повреждений реометра;
- соответствие комплектности, указанной в РЭ;
- наличие обозначения и заводского номера, четкость маркировки, а также отсутствие повреждений и дефектов, влияющих на работоспособность реометра.

9 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

9.1 Проводят контроль условий поверки с помощью термогигрометра в соответствии с п.6 настоящей методики поверки.

9.2 Перед проведением поверки реометр готовят к работе в соответствии с РЭ.

9.3 Стандартные образцы готовят к поверке в соответствии с их паспортами.

9.4 При включении реометра должны отсутствовать сообщения об ошибках.

9.5 Проводят калибровку реометра в соответствии с разделом 5.3 «Вкладка «Калибровка» руководства по эксплуатации в режиме «ГСО».

10 Проверка программного обеспечения средства измерений

10.1 Проводят проверку идентификационных данных встроенного программного обеспечения (далее – ПО) реометра при его включении. Наименование и номер версии встроенного ПО реометра должны соответствовать требованиям, приведенным в таблице 4.

Таблица 4 – Идентификационные данные встроенного ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	–
Номер версии (идентификационный номер) ПО	V.1
Цифровой идентификатор ПО	–

10.2 Проводят проверку идентификационных данных внешнего ПО реометра: в строке команд выбирают пункт «Настройки». Наименование и номер версии внешнего ПО реометра должны соответствовать требованиям, приведенным в таблице 5.

Таблица 5 – Идентификационные данные внешнего ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Rheo BSL
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	1.00
Цифровой идентификатор ПО	–

11 Определение метрологических характеристик средства измерений

11.1 Определение абсолютной погрешности измерений температуры и проверка диапазона измерений температуры

11.1.1 Определение абсолютной погрешности измерений температуры и проверку диапазона измерений температуры проводят с помощью средств измерений в соответствии с п. 6 настоящей методики поверки.

11.1.2 В ротор реометра налить необходимое количество дистиллированной воды. Поместить датчик температуры реометра и эталонный термометр в ротор. Ротор реометра разместить в нагревателе. В ПО реометра активировать режим проверки температуры в соответствии с РЭ.

11.1.3 Провести регистрацию не менее пяти показаний с эталонного термометра и реометра в каждой из следующих точек поддиапазона измерений температуры от + 20 °С до + 100 °С:

- 1) от + 20 °С до + 30 °С;
- 2) от + 75 °С до + 85 °С.

Температуру задают с помощью ПО реометра. Результаты измерений температуры занести в протокол произвольной формы.

11.1.4 Вылить воду и высушить ротор реометра, после чего налить в ротор необходимое количество ГСО 8606-2004.

11.1.5 Поместить датчик температуры реометра и эталонный термометр в ротор. Ротор разместить в нагревателе. Провести регистрацию не менее пяти показаний температуры с эталонного термометра и реометра в поддиапазоне измерений температуры от + 100 °С до + 150 °С: от + 135 °С до + 145 °С. Температуру задают с помощью ПО реометра. Результаты измерений температуры заносят в протокол произвольной формы.

11.1.6 Проверку диапазона измерений температуры проводят одновременно с определением абсолютной погрешности измерений температуры.

11.2 Определение приведенной к нормирующему значению погрешности измерений динамической вязкости и проверка диапазона измерений динамической вязкости

11.2.1 Определение приведенной к нормирующему значению погрешности измерений динамической вязкости проводят с помощью стандартных образцов утвержденного типа (далее – ГСО) по п. 6 настоящей методики поверки, обеспечивая проведение измерений в начале, середине и конце диапазона измерений динамической вязкости.

11.2.2 Поместить необходимое количество ГСО в соответствии с РЭ в предварительно очищенный и высушенный ротор реометра.

11.2.3 1 способ: ввести в ПО реометра значение температуры в соответствии с паспортом ГСО. Провести измерения динамической вязкости не менее пяти раз после выдерживания ГСО не менее 20 минут при заданной температуре, изменяя частоту вращения ротора вручную, в соответствии с РЭ и таблицей А.1 настоящей методики поверки. Результаты измерений динамической вязкости записывают при достижении температуры образца температуры, указанной в паспорте ГСО, с точностью $\pm 0,1$ °С, при этом текущие значения напряжения сдвига должны находиться в диапазоне от 10 до 200 мН/м² для торсионной пружины F1, от 20 до 530 мН/м² для торсионной пружины F2. Результаты измерений динамической вязкости занести в протокол произвольной формы.

11.2.4 2 способ: в ПО реометра перейти на вкладку «Настройки» и нажать кнопку «Поверка». В появившемся окне выбирают необходимый для поверки ГСО и вводят значение динамической вязкости и температуру проведения измерений из паспорта ГСО. В течение 20 минут после нажатия кнопки «Начать поверку» происходит выход температуры ГСО на заданное значение, после чего реометр в автоматическом режиме изменяет частоту вращения ротора. Результаты измерений динамической вязкости записывают при достижении температуры образца температуры, указанной в паспорте ГСО, с точностью $\pm 0,1$ °С, при каждой частоте вращения ротора, предусмотренной в ПО, для каждого конкретного ГСО, не менее пяти раз, при этом значение напряжения сдвига должно находиться в диапазоне от 10 до 200 мН/м² для торсионной пружины F1, от 20 до 530 мН/м² для торсионной пружины F2. Результаты измерений динамической вязкости занести в протокол произвольной формы.

11.2.5 Проверку диапазона измерений динамической вязкости проводят одновременно с определением приведенной к нормирующему значению погрешности измерений динамической вязкости.

12 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

12.1 Используя значения, полученные в п. 11.1 настоящей методики поверки, рассчитать значение абсолютной погрешности измерений температуры, Δt_{ij} , °С, по формуле

$$\Delta t_{ij} = t_{ij} - T_{ij}, \quad (1)$$

где t_{ij} – i -й результат измерений температуры реометром в j -й точке, °С;

T_{ij} – i -й результат измерений температуры термометром в j -й точке, °С.

12.2 Полученные значения абсолютной погрешности измерений температуры должны удовлетворять требованиям таблицы 1.

12.3 За диапазон измерений принимают диапазон измерений температуры, приведенный в таблице 1, если полученные по формуле (1) значения удовлетворяют требованиям таблицы 1

12.4 По результатам измерений, полученным по п. 11.2 настоящей методики поверки рассчитать нормирующее значение (D_k , мПа·с) по формуле

$$D_k = \frac{K_k \cdot \theta_{max}}{\nu_k}, \quad (2)$$

где θ_{max} – максимальное значение напряжения сдвига, мН/м²;

ν_k – k -ая частота вращения ротора, об/мин;

K_k – коэффициент преобразования реометра, мПа·с·(об/мин)/ (мН/м²), отображаемый в ПО реометра

12.5 Приведенную к нормирующему значению погрешность измерений динамической вязкости (γ_{ijk} , %) рассчитывают по формуле

$$\gamma_{ijk} = \frac{\eta_{ijk} - A_j}{D_k} \cdot 100, \quad (3)$$

где A_j – аттестованное значение динамической вязкости j -го ГСО, мПа·с;

η_{ijk} – i -ый результат измерений динамической вязкости j -ого ГСО при k -ой частоте вращения ротора, мПа·с.

12.6 Полученные значения приведенной к нормирующему значению погрешности результатов динамической вязкости должны соответствовать требованиям таблицы 1.

12.7 За диапазон измерений принимают диапазон измерений динамической вязкости, приведенный в таблице 1, если полученные по формуле (3) значения удовлетворяют требованиям таблицы 1.

13 Оформление результатов поверки

13.1 Результаты поверки оформляются протоколом в произвольной форме.

13.2 При положительных результатах поверки реометры признают пригодными к применению.

13.3 Нанесение знака поверки на реометр не предусмотрено. Пломбирование реометров не предусмотрено.

13.4 При отрицательных результатах поверки реометры признают непригодными к применению.

13.5 По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, аккредитованное на поверку лицо, проводившее поверку, в случае положительных результатов поверки выдает свидетельство о поверке, оформленное в соответствии с требованиями к содержанию свидетельства о поверке, утвержденными действующими на момент проведения поверки нормативно-правовыми актами в области обеспечения единства измерений или в случае отрицательных результатов поверки выдает извещение о непригодности к применению средства измерений.

13.6 Сведения о результатах поверки передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с установленным порядком. В сведениях о результатах поверки приводят данные об объеме проведенной поверки и об использованной торсионной пружине.

Ведущий инженер лаб. 251 УНИИМ – филиала
ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»



А.С. Засухин

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

Зависимость предела показаний динамической вязкости от используемой комбинации
и частоты вращения ротора

Таблица А.1 – Пределы показаний динамической вязкости для комбинаций F1R1B5 и F2R1B5

Частота вращения ротора, об/мин	Предел показаний динамической вязкости для комбинации F1R1B5, мПа·с	Предел показаний динамической вязкости для комбинации F2R1B5, мПа·с
1	292750	732500
2	147250	369063
4	73500	184375
6	49000	122396
8	36625	91875
10	29350	73438
15	19600	49000
20	14700	36750
30	9758	24479
40	7363	18375
50	5880	14688
60	4900	12250
80	3663	9188
100	2935	7344
118	2492	6237
200	1470	3621
250	1178	2939
300	980	2649
400	735	1834
400	733	1835
600	489	1228
800	368	920
940	313	783

Примечание – Пределы показаний динамической вязкости, приведенные в таблице, рассчитаны при $K=1176 \text{ мПа}\cdot\text{с}\cdot(\text{об/мин})/(\text{мН/м}^2)$