

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. Собина

"20" декабря 2022 г.



«ГСИ. Вискозиметры ротационные
АТАГО. Методика поверки»

МП 06-251-2022

Екатеринбург
2022 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 зам. зав. лаб. 251 Е.В. Вострокнутова
3. СОГЛАСОВАНА директором УНИИМ – филиала ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева» в 2022 г.

СОДЕРЖАНИЕ

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

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на вискозиметры ротационные АТАГО (далее – вискозиметры), выпускаемые фирмой «АТАГО СО., LTD.», Япония. Вискозиметры подлежат первичной (до ввода в эксплуатацию и после ремонта) и периодической поверке. Поверка вискозиметров должна производиться в соответствии с требованиями настоящей методики.

1.2 При проведении поверки прослеживаемость вискозиметров обеспечивается к:

- ГЭТ 17-2018 «Государственному первичному эталону единиц динамической и кинематической вязкости жидкости» в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений вязкости жидкостей, утвержденной 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 ГОСТ 8.558-2009 «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений температуры».

1.3 В настоящей методике поверки реализована поверка методом прямых измерений и методом сличений с эталонами.

1.4 Настоящая методика поверки применяется для поверки вискозиметров, используемых в качестве рабочих средств измерений. В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в таблицах 1-2.

Таблица 1 – Метрологические требования к вискозиметрам ротационным АТАГО моделей VISCO и VISCO 895

Наименование характеристики	Значение
Диапазоны измерений динамической вязкости, мПа·с: - шпindelь А1 - шпindelь А2 - шпindelь А3	от 50 до 50 000 от 70 до 120 000 от 500 до 150 000
Пределы допускаемой приведенной погрешности измерений динамической вязкости ¹⁾ , %	±2
Диапазоны показаний динамической вязкости, мПа·с: - шпindelь А1 - шпindelь А2 - шпindelь А3	от 50 до 200 000 от 70 до 600 000 от 500 до 2 000 000
Диапазон измерений температуры, °С	от +10 до +40
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры, °С	±0,2

¹⁾ - нормирующее значение рассчитывают по формуле

$$D_i = \frac{N}{v_i}$$

где N - коэффициент преобразования вискозиметра (N), мПа·с·(об/мин);
 v_i - i -ая частота вращения шпинделя, об/мин

Таблица 2 – Метрологические требования к вискозиметрам ротационным АТАГО модели VIS-CO B(L)

Наименование характеристики	Значение
Диапазоны измерений динамической вязкости, мПа·с: - шпиндель L1, LT1, LB1 - шпиндель L2 LT2 LB2 - шпиндель L3 LT3 LB3 - шпиндель L4 LT4 LB4 - шпиндель SVL1 - шпиндель SVL2 - шпиндель SVL3 - шпиндель UL	от 12 до 150000 от 30 до 150000 от 48 до 150000 от 240 до 150000 от 1 до 150000 от 11 до 150000 от 22 до 150000 от 1 до 2000
Пределы допускаемой приведенной погрешности измерений динамической вязкости ¹⁾ , %	±2
Диапазоны показаний динамической вязкости, мПа·с: - шпиндель L1, LT1, LB1 - шпиндель L2 LT2 LB2 - шпиндель L3 LT3 LB3 - шпиндель L4 LT4 LB4 - шпиндель SVL1 - шпиндель SVL2 - шпиндель SVL3 - шпиндель UL	от 12 до 600 000 от 30 до 3 000 000 от 48 до 12 000 000 от 240 до 60 000 000 от 1 до 260 000 от 11 до 2 700 000 от 22 до 5 500 000 от 1 до 2000
Диапазон измерений температуры, °С	от +10 до +40
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры, °С	±0,2
¹⁾ - нормирующее значение рассчитывают по формуле $D_i = \frac{N}{v_i}$ где N - коэффициент преобразования вискозиметра (N), мПа·с·(об/мин); v_i - i -ая частота вращения шпинделя, об/мин	

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 № 903н «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок»;
- Приказ Росстандарта № 2622 от 05.11.2019 г. «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений вязкости жидкостей»;
- ГОСТ 12.2.007.0-75 «Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности»;
- ГОСТ 8.558-2009 «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений температуры».

3 Перечень операций поверки средства измерений

3.1 При поверке должны быть выполнены операции, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – 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 средства измерений	да	да	9
Определение метрологических характеристик средства измерений	да	да	11
Определение абсолютной погрешности измерений температуры и диапазона измерений температуры	да	да	11.1
Определение абсолютной погрешности измерений динамической вязкости и 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, проводится настройка вискозиметра в соответствии с руководством по эксплуатации (далее – РЭ). В дальнейшем все операции повторяются вновь, в случае повторного невыполнения требований поверка прекращается, вискозиметр бракуется и выполняются операции по п.13.4.

3.3 На основании письменного заявления владельца вискозиметра или лица, представившего вискозиметр на поверку, допускается проведение периодической поверки в сокращенном объеме (для меньшего числа шпинделей). Данную информацию приводят в сведениях о поверке в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

4 Требования к условиям окружающей среды

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 вискозиметров допускаются лица, прошедшие специальное обучение в качестве поверителя, ознакомившиеся с настоящей методикой поверки и РЭ на вискозиметр.

6 Метрологические и технические требования к средствам поверки

6.1 При проведении поверки применяют средства поверки согласно таблице 4.

Таблица 4 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Средства поверки, метрологические и технические требования к средствам поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Раздел 9 «Подготовка к поверке и опробование средства измерений»	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от плюс 10 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» 313, рег. № 22129-09
Раздел 11 «Определение метрологических характеристик средства измерений»	Стандартный образец вязкости жидкости: интервал допускаемых аттестованных значений динамической вязкости: от 1,3 до 120000 мПа·с (при T=20,00±0,01 °С), границы допускаемой относительной погрешности аттестованных значений ±0,3 % при P=0,95.	ГСО 8586-2004 ГСО 8588-2004 ГСО 8589-2004 ГСО 8592-2004 ГСО 8594-2004 ГСО 8596-2004 ГСО 8597-2004 ГСО 8599-2004 ГСО 8602-2004 ГСО 8603-2004 ГСО 8604-2004 ГСО 8606-2004
Раздел 11 «Определение метрологических характеристик средства измерений»	Эталон единицы температуры, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда по ГОСТ 8.558-2009, в диапазоне значений температуры от плюс 10 до плюс 40 °С	Платиновый термометр сопротивления вибропрочный эталонный ПТСВ-2К-1, рег. №49400-12; Измеритель температуры двухканальный прецизионный МИТ 2.05М, рег. №29933-05
Раздел 11 «Определение метрологических характеристик средства измерений»	Термостат лабораторный, диапазон регулирования температуры от 10 °С до 30 °С, отклонение температуры от заданной ±0,5 °С	КРИО-ВТ-08

Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.

6.2 Эталоны, применяемые для поверки, должны быть поверены (аттестованы), средства измерений – поверены, стандартные образцы должны иметь действующий паспорт, испытательное оборудование – аттестовано.

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 необходимо установить:

- соответствие внешнего вида вискозиметра сведениям, приведенным в описании типа;
- отсутствие видимых повреждений вискозиметра;
- соответствие комплектности, указанной в РЭ;
- наличие и четкость обозначения серийного номера, отсутствие механических повреждений корпуса, кнопки управления вискозиметром.

8.2 В случае, если при внешнем осмотре вискозиметра выявлены повреждения или дефекты, способные оказать влияние на безопасность проведения поверки или на результаты поверки, поверка может быть продолжена только после устранения этих повреждений или дефектов.

9 Подготовка к поверке и опробование средства поверки

9.1 Проводят контроль условий поверки с помощью термогигрометра в соответствии с п. 4 настоящей методики поверки. При включении вискозиметра должны отсутствовать сообщения об ошибках. При наличии сообщений об ошибках необходимо их устранить в соответствии с процедурами, описанными в РЭ.

9.2 Проводят установку вискозиметра по уровню в соответствии с п. 2.7 РЭ.

9.3 Перед проведением измерений проводят включение воздушного термоконтроллера (при его наличии). Если воздушный термоконтроллер не входит в комплект поставки вискозиметра, то все измерения выполняют с использованием термостата.

9.4 Применяемый термостат готовят к работе в соответствии с РЭ.

9.5 При необходимости проводят калибровку вискозиметра по стандартным образцам (далее – ГСО) в соответствии с рекомендациями РЭ.

10 Проверка программного обеспечения средства измерений

10.1 Провести проверку идентификационных данных ПО вискозиметра следующим образом: при включении вискозиметра на экране отобразится идентификационное наименование и номер версии ПО. Идентификационное наименование и номер версии ПО должны соответствовать указанному в таблице 5.

Таблица 5 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение для модели		
	VISCO	VISCO B(L)	VISCO 895
Идентификационное наименование ПО	VISCO	VISCO B(L)	VISCO 895
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 2.0.1	не ниже 2.0.1	не ниже 2.0.1
Цифровой идентификатор ПО	-	-	-

11 Определение метрологических характеристик средства измерений

11.1 Определение абсолютной погрешности измерений температуры и диапазона измерений температуры

11.1.1 В чистый, сухой стакан налить необходимое количество дистиллированной воды. С вискозиметра снять шпиндель и поставить датчик температуры. Поместить датчик температуры вискозиметра и эталонный термометр в стакан. Стакан разместить в термоконтроллере

(при его наличии) или ванне термостата так, чтобы рабочая жидкость термостата находилась на одном уровне с дистиллированной водой в стакане.

11.1.2 После достижения равновесия провести регистрацию не менее пяти показаний в трех точках диапазона измерений температуры (в начале, середине и в конце диапазона) с эталонного термометра в соответствии с таблицей 4 и вискозиметра.

11.1.3 Определение диапазона измерений температуры проводят одновременно с определением абсолютной погрешности измерений температуры.

11.2 Определение абсолютной погрешности измерений динамической вязкости и диапазона измерений динамической вязкости

11.2.1 ГСО для проведения поверки выбирают таким образом, чтобы обеспечить измерение динамической вязкости в начале, середине и конце диапазона измерений динамической вязкости.

11.2.2 Поместить необходимое количество ГСО в предварительно очищенный и высушенный стеклянный стакан, таким образом, чтобы в объеме ГСО визуально не наблюдались пузырьки воздуха, а уровень ГСО совпадал со средней отметкой (Reference line), нанесенной на выбранный шпindel, как показано на рисунках 1 и 2.

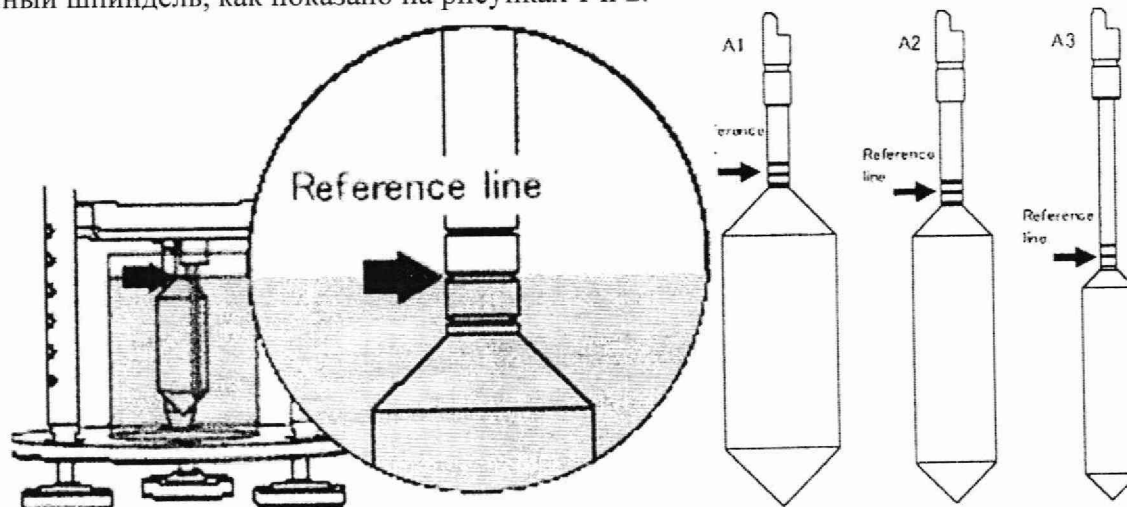


Рисунок 1 – Внешний вид спиנדелей и уровень погружения шпинделя при проведении измерений с помощью вискозиметров ротационных ATAGO моделей VISCO и VISCO 895.
Reference line – уровень погружения шпинделя.

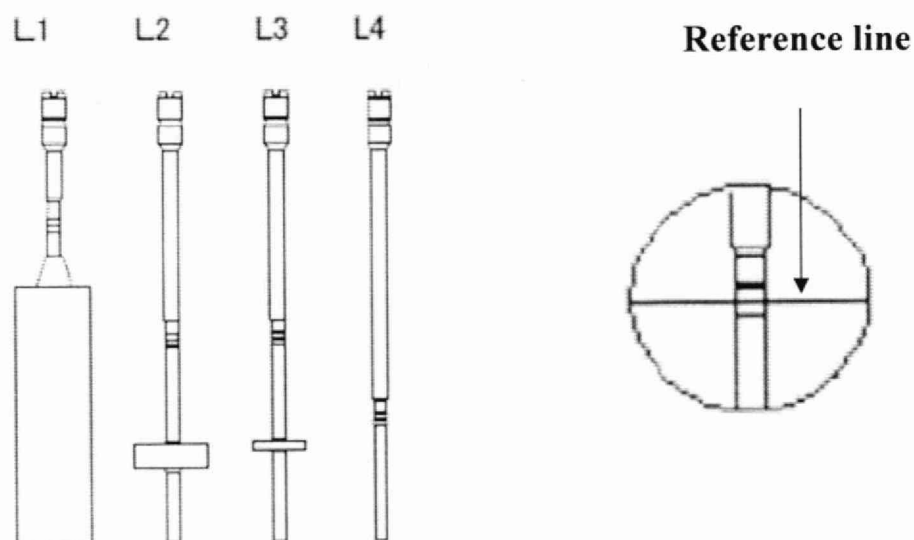


Рисунок 2 – Внешний вид шпинделей и уровень погружения шпинделя при проведении измерений с помощью вискозиметров ротационных АТАГО модели VISCO B(L).
Reference line – уровень погружения шпинделя.

11.2.3 Стакан поместить в термоконтроллер (при его наличии) или в ванну термостата так, чтобы рабочая жидкость термостата находилась на одном уровне с ГСО в стакане. При необходимости вискозиметр устанавливают по уровню согласно РЭ.

11.2.4 Перед установкой частоты вращения шпинделя контролируют температуру ГСО при помощи эталонного термометра согласно таблице 4. После выхода температуры на значение, при котором установлено аттестованное значение динамической вязкости ГСО, в ПО вискозиметра задают комбинацию шпindelь-стакан и частоту вращения шпинделя в соответствии с пп. 3.2.5-3.2.6 РЭ, которые подбираются согласно приложению А настоящей методики проверки в зависимости от диапазона измерений динамической вязкости. Отклонение температуры по эталонному термометру от заданной не должно превышать $\pm 0,1$ °C. При постоянной частоте вращения значение крутящего момента пропорционально вязкости. Рекомендуемые значения крутящего момента, отображаемые на дисплее вискозиметра, должны находиться в пределах от 10 до 100 %. Если измеренное значение крутящего момента выходит за пределы рекомендуемого диапазона, необходимо изменить частоту вращения шпинделя или заменить шпindelь в соответствии с РЭ. Текущие значения крутящего момента отображаются на дисплее вискозиметра как показано на рисунке 3.

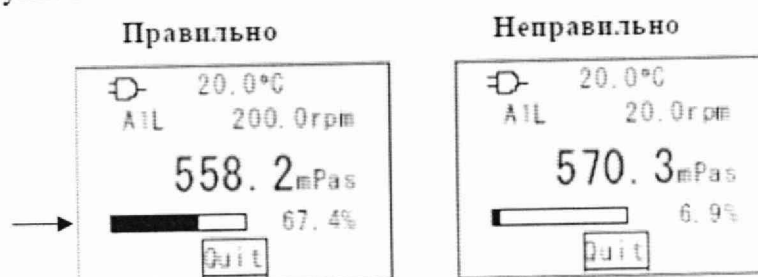


Рисунок 3 – Текущие значения крутящего момента

11.2.5 Результаты измерений динамической вязкости фиксируют при заданной частоте вращения не менее пяти раз (η_{ij} , мПа·с, $i \geq 5$). Результаты измерений динамической вязкости записывают в протокол.

11.2.6 После завершения измерений выполняют контроль температуры ГСО при помо-

щи эталонного термометра согласно таблице 4.

11.2.7 Определение 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 По результатам измерений, полученным по п. 11.1 настоящей методики поверки рассчитать значение абсолютной погрешности измерений температуры (Δt_{ij} , °C) вискозиметра по формуле

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

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

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

12.2 Полученные значения абсолютной погрешности измерений температуры должны удовлетворять требованиям

- таблицы 1 для вискозиметров ротационных АТАГО моделей VISCO и VISCO 895;
- таблицы 2 для вискозиметров ротационных АТАГО модели VISCO B(L).

12.3 За диапазон измерений принимают диапазон измерений температуры, приведенный в:

- таблице 1, для вискозиметров ротационных АТАГО моделей VISCO и VISCO 895, если полученные по формуле (1) значения удовлетворяют требованиям таблицы 1;
- таблице 2 для вискозиметров ротационных АТАГО модели VISCO B(L), если полученные по формуле (1) значения удовлетворяют требованиям таблицы 2.

12.4 По результатам измерений, полученным по п. 11.2 настоящей методики поверки рассчитать нормирующее значение (D_i , мПа·с) и приведенную погрешность измерений динамической вязкости (γ_{ij} , %) по формулам:

$$D_i = \frac{N}{v_i}, \quad (2)$$

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

где N – коэффициент преобразования вискозиметра, зависящий от типа шпинделя и стакана (таблица 6), мПа·с·(об/мин);

v_i – i -ая частота вращения шпинделя, об/мин;

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

Таблица 6 – Значение коэффициента N

Тип шпинделя	Коэффициент (N), мПа·с·(об/мин)			
	VISCO и VISCO 895		VISCO B(L)	
	Стакан «S»	Стакан «L»	Стакан «S»	Стакан «L»
A1	$9,1 \cdot 10^4$	$1,6 \cdot 10^5$	-	-
A2	$3,0 \cdot 10^5$	$3,7 \cdot 10^5$	-	-
A3	$1,1 \cdot 10^6$	$1,2 \cdot 10^6$	-	-
L1, LT1, LB1	-	-	-	$6,0 \cdot 10^3$
L2, LT2, LB2	-	-	-	$3,0 \cdot 10^4$
L3, LT3, LB3	-	-	-	$1,2 \cdot 10^5$

Тип шпинделя	Коэффициент (N), мПа·с·(об/мин)			
	VISCO и VISCO 895		VISCO B(L)	
	Стакан «S»	Стакан «L»	Стакан «S»	Стакан «L»
L4, LT4, LB4	-	-	-	$6,0 \cdot 10^5$
SVL1	-	-	$2,8 \cdot 10^3$	-
SVL2	-	-	$2,8 \cdot 10^4$	-
SVL3	-	-	$5,5 \cdot 10^4$	-
UL	-	-	$7,8 \cdot 10^4$	-

12.5 Полученные значения приведенной к нормирующему значению погрешности измерений динамической вязкости должны удовлетворять требованиям:

- таблицы 1 для вискозиметров ротационных АТАГО моделей VISCO и VISCO 895;
- таблицы 2 для вискозиметров ротационных АТАГО модели VISCO B(L).

12.6 За диапазон измерений принимают диапазон измерений динамической вязкости, приведенный в:

- таблице 1, для вискозиметров ротационных АТАГО моделей VISCO и VISCO 895, если полученные по формуле (3) значения удовлетворяют требованиям таблицы 1;
- таблице 2 для вискозиметров ротационных АТАГО модели VISCO B(L), если полученные по формуле (3) значения удовлетворяют требованиям таблицы 2.

13 Оформление результатов поверки

13.1 Результаты поверки оформляются протоколом в произвольной форме.

13.2 При положительных результатах поверки вискозиметр признают пригодным к применению.


13.3 Нанесение знака поверки на вискозиметры не предусмотрено. Пломбирование вискозиметров не предусмотрено.

13.4 При отрицательных результатах поверки вискозиметр признают непригодным к применению.

13.5 По заявке заказчика при положительных результатах поверки оформляется свидетельство о поверке, при отрицательных – извещение о непригодности.

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 количестве и наименовании шпинделей, которыми комплектуется вискозиметр.

Зам. зав. лаб. 251 УНИИМ – филиала
ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»

 Е.В. Вострокнутова

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)

Зависимость предела показаний от шпинделя и частоты вращения

Таблица А.1 – Пределы показаний, равные нормирующим значениям (D_i , мПа·с) вискозиметров ротационных АТАГО моделей VISCO и VISCO 895 в зависимости от типа используемого шпинделя и стакана

Частота вращения шпинделя, об/мин	Пределы показаний, D_i , мПа·с					
	стакан S			стакан L		
	A1	A2	A3	A1	A2	A3
0,5	180000	600000	2100000	320000	740000	2300000
0,6	150000	500000	1700000	260000	610000	1900000
1	91000	300000	1000000	160000	370000	1100000
1,5	60000	200000	700000	100000	240000	770000
2	45000	150000	520000	80000	180000	570000
2,5	36000	120000	420000	64000	140000	460000
3	30000	100000	350000	53000	120000	380000
4	22000	75000	260000	40000	92000	280000
5	18000	60000	210000	32000	74000	230000
6	15000	50000	170000	26000	61000	190000
10	9000	30000	100000	16000	37000	110000
12	7500	25000	87000	13000	30000	96000
20	4500	15000	52000	8000	18000	57000
30	3000	10000	35000	5300	12000	38000
50	1800	6000	21000	3200	7400	23000
60	1500	5000	17000	2000	6100	19000
100	910	3000	10000	1600	3700	11000
150	600	2000	7000	1000	2400	7700
200	450	1500	5200	810	1800	5700
250	360	1200	4200	640	1400	4600

Примечание: S – малый стакан объемом 15 см³; L – большой стакан объемом 100 см³.

Таблица А.2 – Пределы показаний, равные нормирующим значениям (D_i , мПа·с) вискозиметров ротационных АТАГО модели VISCO В(L) в зависимости от типа используемого шпинделя

Частота вращения шпинделя, об/мин	Пределы показаний, D_i , мПа·с							
	стакан L				стакан S			
	L1, LT1, LB1	L2, LT2, LB2	L3, LT3, LB3	L4, LT4, LB4	SVL1	SVL2	SVL3	UL
0,01	600000	3000000	12000000	60000000	260000	2700000	5500000	2000
0,02	300000	1500000	6000000	30000000	130000	1300000	2700000	2000
0,03	200000	1000000	4000000	20000000	88000	910000	1800000	2000
0,05	120000	600000	2400000	12000000	53000	540000	1100000	2000
0,06	100000	500000	2000000	10000000	44000	450000	920000	2000
0,1	60000	300000	1200000	6000000	26000	270000	550000	2000
0,2	30000	150000	600000	3000000	13000	130000	270000	2000
0,3	20000	100000	400000	2000000	8800	91000	180000	1300
0,5	12000	60000	240000	1200000	5300	54000	110000	810
0,6	10000	50000	200000	1000000	4400	45000	92000	670

Частота вращения шпинделя, об/мин	Пределы показаний, D_i , мПа·с							
	стакан L				стакан S			
	L1, LT1, LB1	L2, LT2, LB2	L3, LT3, LB3	L4 LT4, LB4	SVL1	SVL2	SVL3	UL
1,0	6000	30000	120000	600000	2600	27000	55000	400
1,5	4000	20000	80000	400000	1700	18000	36000	270
2,0	3000	15000	60000	300000	1300	13000	27000	200
2,5	2400	12000	48000	240000	1000	10000	22000	160
3,0	2000	10000	40000	200000	880	9100	18000	130
4,0	1500	7500	30000	150000	660	6800	13000	100
5,0	1200	6000	24000	120000	530	5400	11000	80
6,0	1000	5000	20000	100000	440	4500	9200	60
10	600	3000	12000	60000	260	2700	5500	40
12	500	2500	10000	50000	220	2200	4600	30
20	300	1500	6000	30000	130	1300	2700	20
30	200	1000	4000	20000	80	910	1800	10
50	120	600	2400	12000	50	540	1100	8
60	100	500	2000	10000	40	450	920	7
100	60	300	1200	6000	20	270	550	4
150	40	200	800	4000	18	180	360	3
200	30	150	600	3000	13	130	270	2
250	24	120	480	2400	11	110	220	2

Примечание: S – малый стакан объемом 15 см³; L – большой стакан объемом 500 см³.