

РУКОВОДЯЩИЙ НОРМАТИВНЫЙ ДОКУМЕНТ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Вискозиметры стеклянные капиллярные образцовые. Методы и средства поверки

Дата введения 1984-07-01

РАЗРАБОТАНЫ Государственным комитетом СССР по стандартам

ИСПОЛНИТЕЛЬ

Г.Ф.Афанасьева

ВНЕСЕНЫ Государственным комитетом СССР по стандартам

Член Госстандарта Л.К.Исаев

УТВЕРЖДЕНЫ И ВВЕДЕНЫ В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 20.07.83 г. N 3363

ВЗАМЕН МУ 157

Настоящие методические указания распространяются на образцовые капиллярные стеклянные вискозиметры (далее - образцовые вискозиметры) и устанавливают методы и средства их периодической поверки.

Экспериментальное определение метрологических характеристик при метрологической аттестации образцовых вискозиметров следует проводить по методике настоящих методических указаний.

Основные требования к образцовым вискозиметрам приведены в обязательном приложении 1.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Операции поверки.....	3
2. Средства поверки.....	3
3. Условия поверки	3
4. Требования безопасности	4
5. Подготовка к поверке	4
6. Проведение поверки.....	4
7. Обработка результатов измерений	7
8. Оформление результатов поверки	9
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 Требования к образцовым капиллярным стеклянным вискозиметрам	9
ПРИЛОЖЕНИЕ 2 Приготовление градуировочных жидкостей.....	11
ПРИЛОЖЕНИЕ 3 Состав градуировочных жидкостей.....	18
ПРИЛОЖЕНИЕ 4 Форма протокола поверки образцового вискозиметра	19
ПРИЛОЖЕНИЕ 5 Пример вычисления постоянных образцового вискозиметра....	20
ПРИЛОЖЕНИЕ 6 Пример вычисления кинематической вязкости градуировочной жидкости	21
ПРИЛОЖЕНИЕ 7 Пример записи оборотной стороны свидетельства о поверке образцового вискозиметра.....	23

1. Операции поверки

1.1. При проведении поверки должны выполняться следующие операции: внешний осмотр (п.6.1); определение метрологических характеристик (п.6.2).

2. Средства поверки

2.1. При проведении поверки должны применяться следующие средства поверки:

рабочий эталон единицы кинематической вязкости жидкости в соответствии с ГОСТ 8.025-75*;

* На территории Российской Федерации действует ГОСТ 8.025-96. Здесь и далее. - Примечание изготовителя базы данных.

градуировочные жидкости, приготавливаемые как указано в обязательном приложении 2;

пикнометры типа ПЖ 3 вместимостью 25 и 50 см³ по ГОСТ 22524-77;

бюретка исполнения 1 или 2 вместимостью 10 см³ с ценой деления 0,05 см³ по ГОСТ 20292-74;

* На территории Российской Федерации действуют ГОСТ 29169-91, ГОСТ 29227-91-ГОСТ 29229-91, ГОСТ 29251-91-ГОСТ 29253-91. - Примечание изготовителя базы данных.

измерительная металлическая линейка с ценой деления 1 мм, верхним пределом измерения 500 мм по ГОСТ 427-75;

капиллярные стеклянные вискозиметры типов ВПЖ-1, ВПЖ-2 или ВПЖ-4 по ГОСТ 10028-81;

вспомогательные средства поверки, указанные в ГОСТ 8.265-77;

аппаратура, материалы и реактивы, необходимые для измерения плотности жидкости по ГОСТ 3900-47* или по ГОСТ 18995.1-73;

* На территории Российской Федерации действует ГОСТ 3900-85. Здесь и далее. - Примечание изготовителя базы данных.

жидкости для промывки вискозиметров и других стеклянных средств поверки, указанные в ГОСТ 8.265-77.

3. Условия поверки

3.1. При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

температура воздуха в помещении, в котором проводят поверку, (20±2) °С;

температура градуировочной жидкости 20 °С;

нестабильность температуры градуировочной жидкости не должна превышать (без учета знака) 0,01 °С.

Примечания:

1. Допускается осуществлять поверку образцовых вискозиметров при температуре (20-30) °С.

2. Кинематическая вязкость и плотность градуировочных жидкостей определяются при температуре поверки образцовых вискозиметров.

4. Требования безопасности

4.1. Требования безопасности в соответствии с ГОСТ 8.265-77.

5. Подготовка к поверке

5.1. Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

промывка и сушка вискозиметров и стеклянного вспомогательного оборудования в соответствии с ГОСТ 8.265-77;

определение плотности градуировочных жидкостей по ГОСТ 3900-47 или ГОСТ 18995.1-73.

6. Проведение поверки

6.1. Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие образцовых вискозиметров требованиям пп.1, 4, 5, 8-10, 12 обязательного приложения 1.

При внешнем осмотре образцовых вискозиметров должно быть установлено наличие свидетельства о предыдущей поверке (свидетельства о метрологической аттестации), товарного знака завода-изготовителя, порядкового номера образцового вискозиметра по системе нумерации завода-изготовителя, диаметра капилляра.

Вискозиметры, не соответствующие требованиям п.6.1, не допускаются к поверке.

6.2. Определение метрологических характеристик

6.2.1. Определение постоянной B образцового вискозиметра

Постоянную B образцового вискозиметра определяют для вискозиметров с диаметрами капилляров от 0,33 до 0,97 мм при метрологической аттестации.

Для определения постоянной B образцового вискозиметра измеряют длину капилляра и вместимость измерительного резервуара.

Вместимость измерительного резервуара образцового вискозиметра измеряют при помощи бюретки следующим образом.

Бюретку и образцовый вискозиметр в перевернутом состоянии закрепляют в штативе за широкую трубку. Бюретку заполняют дистиллированной водой и соединяют резиновой трубкой с измерительным резервуаром образцового вискозиметра.

Доводят уровень воды до первой метки, ограничивающей измерительный резервуар вискозиметра, плавно открывая кран бюретки. Кран закрывают и снимают показание по шкале бюретки. Отсчет производят по нижнему краю мениска.

Снова открывают кран и доводят уровень воды до второй метки, кран закрывают и снимают второе показание. Значение вместимости измерительного резервуара вычисляют как разность между двумя показаниями, измерения повторяют.

За действительное значение вместимости измерительного резервуара образцового вискозиметра принимают среднее арифметическое результата измерений. Если действительное значение вместимости отличается от измеренного значения более, чем на одно деление шкалы бюретки, измерения повторяют.

Длину капилляра от начала его до места впаивания в резервуар висячего уровня измеряют металлической линейкой дважды.

За действительное значение длины капилляра принимают среднее арифметическое результатов измерений. Если действительное значение длины капилляра отличается от измеренного значения более, чем на одно деление шкалы линейки, измерения повторяют.

6.2.2. Определение постоянной K образцового вискозиметра

Постоянную K образцового вискозиметра находят методом косвенных измерений. Вязкость градуировочной жидкости определяют вискозиметрами, входящими в состав рабочего эталона (далее - эталонные вискозиметры).

По градуировочным жидкостям с известной вязкостью находят постоянную K образцового вискозиметра.

Операции по определению вязкости градуировочной жидкости и постоянной K образцового вискозиметра осуществляют одновременно в одной термостатной ванне, входящей в состав рабочего эталона.

Для образцового вискозиметра выбирают градуировочную жидкость по таблице обязательного приложения 1.

Эталонные вискозиметры выбирают со значениями постоянных, близкими к значению постоянной образцового вискозиметра.

Время истечения градуировочной жидкости в эталонных и образцовых вискозиметрах должно быть 200-2000 с.

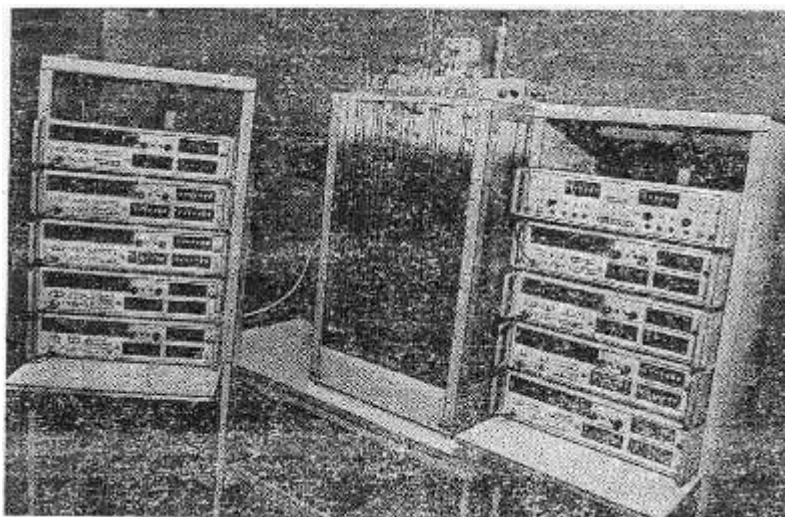
Постоянную K каждого вискозиметра определяют не менее, чем по двум градуировочным жидкостям.

Градуировочные жидкости выбирают так, чтобы их вязкости отличались не менее, чем в 1,5 раза. Ориентировочный состав градуировочных жидкостей приведен в справочном приложении 3.

Вискозиметры заполняют через широкую трубку так, чтобы уровень градуировочной жидкости находился между метками на расширенной части широкого колена. Одевают на концы двух других трубок хлорвиниловые (или другие эластичные пластмассовые) трубки, отводную трубку снабжают двухходовым краном.

Вискозиметры промывают и сушат перед каждым заполнением градуировочной жидкостью.

Три (или два) эталонных и до шести поверяемых образцовых вискозиметров (с близкими значениями постоянных), заполненных одной градуировочной жидкостью, устанавливают в термостат так, чтобы капилляр был строго вертикальным (см. рисунок). Вертикальность проверяют по отвесу в двух взаимно перпендикулярных плоскостях.



Уровень воды в термостате должен быть выше вспомогательного резервуара вискозиметра на 15-20 мм.

Температуру воды в термостате измеряют термометром, установленным так, чтобы отметка на его шкале, соответствующая температуре измерения, находилась в воде или выступала над ее поверхностью не более, чем на 10 мм.

Вискозиметры с градуировочной жидкостью выдерживают при температуре измерения 20-30 мин.

Закрыв кран на трубке вискозиметра, другую трубку соединяют с водоструйным насосом (или другим вакуумным приспособлением) и поднимают градуировочную жидкость выше верхней метки. Отсоединяют водоструйный насос и открывают кран на трубке вискозиметра, при этом должен образоваться висячий уровень.

Измеряют время истечения жидкости между метками на измерительном резервуаре вискозиметра с точностью 0,01 с. Отсчет производят по нижнему краю мениска.

При измерениях следят, чтобы не было пузырьков, разрывов и пленок. При их появлении измерения повторяют.

Для образования висячего уровня в вискозиметре, заполненном градуировочной жидкостью с вязкостью более $5000 \text{ мм}^2/\text{с}$, сначала открывают кран на отводной трубке, а затем отсоединяют водоструйный насос.

Число измерений времени истечения жидкости должно быть не менее 10 на каждом вискозиметре.

За действительное значение времени истечения жидкости принимают среднее арифметическое результатов измерений. Если действительное значение времени истечения отличается более, чем на 0,1% от каждого измеренного значения, измерения повторяют.

Результаты измерений заносят в протокол поверки (метрологической аттестации), форма которого приведена в обязательном приложении 4.

7. Обработка результатов измерений

7.1. Постоянную B вычисляют по формуле

$$B = \frac{mV}{8\pi L}, \quad (1)$$

где B - значение постоянной B , мм²;
 m - коэффициент, равный 0,58;
 V - вместимость измерительного резервуара, мм³;
 L - длина капилляра, мм.

Постоянную B вычисляют до второй значащей цифры.

7.2. Постоянные K вискозиметров с диаметрами капилляров от 0,33 до 0,97 мм вычисляют по формулам

$$K_1 = \left(\frac{\nu_1}{\tau_1} + \frac{B}{\tau_1^2} \right) \cdot \frac{9,80665}{g}, \quad (2)$$

$$K_2 = \left(\frac{\nu_2}{\tau_2} + \frac{B}{\tau_2^2} \right) \cdot \frac{9,80665}{g}, \quad (3)$$

где K_1 и K_2 - значения постоянных вискозиметра, найденные по двум градуировочным жидкостям, мм²/с²;
 g - ускорение свободного падения в месте определения постоянной, м/с²;
 ν_1 и ν_2 - кинематическая вязкость градуировочных жидкостей, вычисляемая по п.7.4, мм²/с;
 τ_1 и τ_2 - средние арифметические значения времени истечения градуировочных жидкостей, с.

7.2.1. Постоянные вискозиметров с диаметрами капилляров от 1,33 мм вычисляют по формулам

$$K_1 = \frac{\nu_1}{\tau_1} \cdot \frac{9,80665}{g}; \quad (4)$$

$$K_2 = \frac{\nu_2}{\tau_2} \cdot \frac{9,80665}{g}. \quad (5)$$

7.2.2. Постоянную вискозиметра K вычисляют как среднее арифметическое значение K_1 и K_2 до пяти значащих цифр.

7.2.3. Ускорение свободного падения в месте измерения вычисляют по формуле

$$g = [978,048 (1 + 0,0052884 \sin^2 \varphi) - 0,0003086 h - 0,011] \cdot 10^{-2}, \quad (6)$$

где g - ускорение свободного падения, м/с^2 ;
 φ - географическая широта места, градус;
 h - высота над уровнем моря, м.

7.2.4. Доверительную погрешность измерения постоянной K образцового вискозиметра вычисляют по формуле

$$\delta_0 = t \cdot \Delta_K, \quad (7)$$

где t - коэффициент Стьюдента, равный 2,26;
 Δ_K - относительная погрешность определения постоянной K , вычисляемая по формуле

$$\Delta_K = \sqrt{\left(\frac{S_\nu}{\nu}\right)^2 + \left(\frac{S_\tau}{\tau}\right)^2}, \quad (8)$$

где $\frac{S_\nu}{\nu}$ - оценка среднего квадратического отклонения результата измерения вязкости градуировочной жидкости рабочим эталоном;
 $\frac{S_\tau}{\tau}$ - оценка среднего квадратического отклонения результата измерений времени истечения градуировочной жидкости.

7.2.5. Среднее квадратическое отклонение результата измерений времени истечения градуировочной жидкости в эталонных и образцовых вискозиметрах не должно превышать 0,05%.

7.2.6. Доверительная погрешность измерения постоянной K образцового вискозиметра не должна превышать 0,2% (по модулю) при доверительной вероятности $P = 0,95$.

7.3. Пример вычисления постоянных B и K образцового вискозиметра приведен в справочном приложении 5.

7.4. Кинематическую вязкость градуировочной жидкости, определяемую рабочим эталоном, вычисляют по формуле

$$\nu = K \left(1 - \frac{\rho}{\rho} \right) \tau - \frac{B}{\tau}, \quad (9)$$

где K - постоянная вискозиметра, приведенная к местному ускорению свободного падения, $\text{мм}^2/\text{с}^2$ (указана в паспорте на рабочий эталон);
 B - постоянная, учитывающая поправку на кинетическую энергию, мм^2 (указана в паспорте на рабочий эталон);
 τ - время истечения жидкости из измерительного резервуара, с;
 ρ - плотность воздуха, равная $0,0012 \text{ г/см}^3$;
 ρ - плотность жидкости, г/см^3 .

Значение кинематической вязкости вычисляют до пяти значащих цифр.

7.4.1. Среднее квадратическое отклонение результата измерений кинематической вязкости рабочим эталоном должно соответствовать значению, указанному в ГОСТ 8.025-75.

7.4.2. За действительное значение кинематической вязкости принимают среднее арифметическое результатов измерений. Если действительное значение кинематической вязкости превышает значение, указанное в п.7.4.1, измерения повторяют.

Пример вычисления кинематической вязкости градуировочной жидкости приведен в справочном приложении 6.

8. Оформление результатов поверки

8.1. На образцовые вискозиметры, признанные годными при поверке в органах Госстандарта, выдают свидетельство о поверке установленной формы. Пример записи оборотной стороны свидетельства приведен в обязательном приложении 7.

8.2. Образцовые вискозиметры, не удовлетворяющие требованиям настоящих методических указаний, к выпуску и применению не допускают, свидетельство о поверке (метрологической аттестации) аннулируют.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1 Требования к образцовым капиллярным стеклянным вискозиметрам

(Обязательное)

1. Образцовые капиллярные стеклянные вискозиметры - вискозиметры с висющим уровнем.
2. Образцовые вискозиметры должны быть изготовлены из бесцветного химико-лабораторного стекла ХСЗ, ТХС1, ТС по ГОСТ 21400-75. Допускается слабый цветной оттенок стекла.
3. Образцовые вискозиметры должны быть термически стойкими и выдерживать перепад температур от (70 ± 2) до (20 ± 1) °С из стекла ХСЗ, от (120 ± 2) до (20 ± 1) °С из стекла ТХС1, от (100 ± 2) до (20 ± 1) °С из стекла ТС.
4. На поверхности и в толщине стекла не допускаются:
 - мошка в сосредоточенном виде;
 - свиль, резко осязаемая рукой;
 - воздушные пузыри, продавливаемые острием из материала, одинаковой со стеклом твердости или менее твердого;
 - воздушные пузыри размером более 2 мм по наибольшему измерению;
 - воздушные пузыри размером до 2 мм по наибольшему измерению в количестве 2 шт. на вискозиметр;
 - воздушные капилляры, не продавливаемые острием из материала одинаковой со стеклом твердости или менее твердого, шириной более 0,25 мм для стекла ХСЗ и шириной более 0,5 мм для стекла ТХС1 и ТС в количестве более 2 шт. на вискозиметр;
 - инородные включения, разрушающие вискозиметр (шлиры, шамотные камни, окарины);
 - инородные включения, не разрушающие изделия, размером по наибольшему измерению до 0,5 мм в количестве более 2 шт. на вискозиметр.
5. Длина капилляра (300 ± 5) мм.
6. Наружный диаметр капилляра 7-9 мм:

7. Толщина стенок капилляра не менее 1,25 мм.
8. Капилляр должен быть вертикальным, прямым, без заметных на глаз расширений и искривлений.
9. Спай верхнего конца капилляра с трубкой должен обеспечивать плавный переход от трубки к капилляру.
10. Переход нижнего конца капилляра в полусферическую форму висячего уровня должен быть выполнен без воронки.
11. Угол впая трубки, отходящей сбоку, $(30 \pm 1)^\circ$.
12. Кольцевые риски должны быть нанесены в плоскости, перпендикулярной оси трубки.
13. Толщина кольцевых рисок не более 0,2 мм.
14. Нижняя риска на расширенной части широкого колена наносится на расстоянии (40 ± 2) мм от сужающейся части расширения.
15. Расстояние между нижней и верхней метками (10 ± 1) мм.
16. Трубки вискозиметра параллельны между собой.
17. Основные параметры вискозиметров соответствуют значениям, приведенным в таблице.

Постоянная, вискозиметра, мм ² /с ² (номинальное значение)	Вместимость измерительного резервуара, см ³	Диаметр капилляра, мм	Диапазон измерений вязкости, мм ² /с
0,0017	2±0,2	0,33±0,02	0,4-3,4
0,005	3±0,2	0,48±0,02	1-10
0,017	3±0,2	0,65±0,03	3,4-34
0,05	5±0,3	0,97±0,03	10-100
0,17	5±0,3	1,33±0,03	34-340
0,5	7±0,3	1,88±0,03	100-1000
1,7	7±0,3	2,55±0,05	340-3400
5,0	15±1	4,15±0,05	1000-10000
17,0	15±1	5,50±0,05	3400-34000

18. Постоянные вискозиметров не должны отличаться от номинального значения более, чем на 30%.
19. Отсчет времени истечения жидкости из измерительного резервуара вискозиметра должен производиться по нижнему краю мениска.

Устройство и принцип действия образцовых вискозиметров

1. Образцовые вискозиметры - приборы для измерения кинематической вязкости, работающие по принципу истечения жидкости под действием собственной силы тяжести.

Измерение вязкости образцовыми вискозиметрами основано на определении времени истечения определенного объема жидкости через капилляр.

2. Образцовый вискозиметр представляет собой U-образную стеклянную трубку, в узком колене которой имеются измерительный резервуар сферической формы (далее - измерительный шарик), ограниченный двумя метками, вспомогательный резервуар и капилляр.

Капилляр соединен с расширением, от верхнего конца которого сбоку отходит вертикальная трубка.

Внизу это расширение с помощью изогнутой трубки соединяется с другим расширением, которым заканчивается широкая трубка вискозиметра.

На этом расширении нанесены две метки, указывающие минимум и максимум наполнения вискозиметра исследуемой жидкостью.

Верхнее расширение является резервуаром, в котором образуется висячий уровень.

Жидкость, вытекающая из капилляра, не заполняет это расширение, а стекает по его стенкам. На сферической части этого расширения образуется слой жидкости, который носит название висячий уровень.

Для образования висячего уровня служит узкая вертикальная трубка, отходящая от этого расширения.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2 Подготовка градуировочных жидкостей

(Обязательное)

1. В качестве градуировочных жидкостей применяют:

1.1. Ацетон по ГОСТ 2603-79;

1.2. Авиационный бензин по ГОСТ 1012-72;

1.3. Бензин-растворитель (уайт-спирит) по ГОСТ 3134-78;

1.4. Топливо Т-1, ТС-1 по ГОСТ 10227-62*;

* На территории Российской Федерации действует ГОСТ 10227-86. - Примечание изготовителя базы данных.

1.5. Осветительный керосин по ГОСТ 4753-68;

1.6. Трансформаторное масло по ГОСТ 982-80;

1.7. Веретенное масло АУ по ГОСТ 1642-75;

1.8. Индустриальное масло по ГОСТ 20799-75*;

* На территории Российской Федерации действует ГОСТ 20799-88. - Примечание изготовителя базы данных.

1.9. Авиационное масло по ГОСТ 21743-76;

1.10. Масло для прокатных станов П-28 по ГОСТ 6480-78;

1.11. Электроизоляционное синтетическое масло октол по ГОСТ 12869-77;

1.12. Смеси жидкостей.

2. Для приготовления смеси выбирают жидкости с близкими значениями вязкости. Эти жидкости должны иметь паспорта с указанными значениями вязкости. При отсутствии паспорта

кинематическую вязкость определяют в соответствии с ГОСТ 33-82*.

* На территории Российской Федерации действует ГОСТ 33-2000. - Примечание изготовителя базы данных.

Для приготовления смесей применяют жидкости, указанные в пп.1.5-1.11 настоящего приложения.

3. Для вычисления состава градуировочных жидкостей следует пользоваться таблицей.

В графе 1 таблицы указана наблюдаемая кинематическая вязкость смесей, состоящих из двух масел с вязкостью от 10 до 2072 мм²/с при 20 °С, взятых в различных соотношениях от 0 до 100%, указанных в графе 2 таблицы.

Кинематическая вязкость, ν , мм ² /с	Объемная доля C_V , %	Кинематическая вязкость, ν , мм ² /с	Объемная доля C_V , %
10	0,0	32	27,0
11	2,0	33	27,9
12	4,0	34	28,4
13	6,0	35	29,3
14	8,4	36	30,0
15	9,8	37	30,7
16	11,0	38	31,2
17	12,5	39	31,9
18	13,9	40	32,4
19	15,1	41	33,0
20	16,3	42	33,7
21	17,6	43	34,2
22	18,7	44	34,8
23	19,8	45	35,3
24	20,7	46	35,8
25	21,5	47	36,4
26	22,5	48	36,9
27	23,5	49	37,3
28	24,0	50	37,6
29	25,0	51	38,3
30	25,7	52	38,8
31	26,4	53	39,3

Кинематическая вязкость, ν , мм ² /с	Объемная доля C_V , %	Кинематическая вязкость, ν , мм ² /с	Объемная доля C_V , %
54	39,9	92	50,0
55	40,1	95	50,5
56	40,4	98	51,0
57	40,8	100	51,3
58	41,2	102	51,5
59	41,7	105	52,0
60	41,9	108	52,4
61	42,3	110	52,7
62	42,6	115	53,5
63	42,9	119	54,0
64	43,3	124	54,4
65	43,6	127	55,0
66	43,9	130	55,4
67	44,2	135	56,0
68	44,5	140	56,6
69	44,7	145	57,2
70	45,0	150	57,7
71	45,3	152	58,0
72	45,5	156	58,4
73	45,8	160	58,9
74	46,1	165	59,5
75	46,3	171	60,0
76	46,6	175	60,4
77	46,8	180	60,9
78	47,1	185	61,4
79	47,4	190	61,9
80	47,6	195	62,4
82	48,1	200	62,8
85	48,7	205	63,3
87	49,1	210	63,8
90	49,7	215	64,2

Кинематическая вязкость, ν , мм ² /с	Объемная доля C_V , %	Кинематическая вязкость, ν , мм ² /с	Объемная доля C_V , %
220	64,7	375	75,4
225	65,1	380	75,6
230	65,5	385	75,8
235	66,0	390	76,0
240	66,4	395	76,3
245	66,9	400	76,5
250	67,2	410	77,0
255	67,7	420	77,4
260	68,1	430	77,8
265	68,4	440	78,2
270	68,9	450	78,6
275	69,3	460	79,0
280	69,6	470	79,3
285	70,0	480	79,6
290	70,4	490	80,0
296	70,7	500	80,4
300	71,1	510	80,7
305	71,4	520	81,0
310	71,7	530	81,3
315	72,0	540	81,6
320	72,3	550	81,9
325	72,6	560	82,2
330	72,9	570	82,4
335	73,2	580	82,7
340	73,5	590	83,0
345	73,8	600	83,2
350	74,1	610	83,5
355	74,4	620	83,8
360	74,6	630	84,0
365	74,9	640	84,3
370	75,1	650	84,5

Кинематическая вязкость, ν , мм ² /с	Объемная доля C_V , %	Кинематическая вязкость, ν , мм ² /с	Объемная доля C_V , %
660	84,8	970	91,2
670	85,0	980	91,4
680	85,3	990	91,5
690	85,6	1000	91,7
700	85,8	1010	91,8
710	86,0	1020	92,0
720	86,2	1030	92,1
730	86,5	1040	92,2
740	86,7	1050	92,3
750	86,9	1060	92,4
760	87,2	1070	92,6
770	87,4	1080	92,7
780	87,6	1090	92,9
790	87,8	1100	93,0
800	88,0	1110	93,1
810	88,2	1120	93,2
820	88,4	1130	93,3
830	88,6	1140	93,4
840	88,8	1150	93,5
850	89,0	1160	93,6
860	89,2	1170	93,7
870	89,4	1180	93,8
880	89,6	1190	93,9
890	89,8	1200	94,0
900	90,0	1210	94,0
910	90,2	1220	94,1
920	90,4	1230	94,1
930	90,6	1240	94,2
940	90,7	1250	94,3
950	90,9	1270	94,4
960	91,0	1290	94,5

Кинематическая вязкость, ν , мм ² /с	Объемная доля C_V , %	Кинематическая вязкость, ν , мм ² /с	Объемная доля C_V , %
1300	94,6	1700	97,6
1320	94,7	1710	97,7
1340	94,8	1730	97,8
1350	95,0	1740	97,9
1380	95,1	1750	98,0
1100*	95,2	1780	98,2
1420	95,4	1790	98,3
1430	95,5	1800	98,4
1440	95,6	1830	98,6
1450	95,7	1850	98,8
1470	95,8	1860	98,9
1490	96,0	1870	99,0
1500	96,1	1900	99,1
1520	96,2	1930	99,2
1550	96,4	1950	99,3
1560	96,5	1970	99,4
1570	96,6	2000	99,5
1600	96,8	2015	99,6
1610	96,9	2030	99,7
1620	97,0	2050	99,8
1645	97,2	2065	99,9
1670	97,4	2072	100,0
1680	97,5		

* Соответствует оригиналу. - Примечание изготовителя базы данных.

4. Из таблицы выбирают значения кинематической вязкости:

ν_1 - жидкости с меньшей вязкостью,

ν_2 - жидкости с большей вязкостью,

ν_3 - жидкости с заданной вязкостью и соответствующие им значения объемных долей C_{V1} , C_{V2} , C_{V3} .

Допускается изменить в n раз все три значения вязкости ν_1 , ν_2 и ν_3 , если хотя бы одно из выбранных значений оказывается вне диапазона 10-2072 мм²/с.

5. Необходимое количество X_1 в процентах жидкости с меньшей вязкостью ν_1 вычисляют по формуле

$$X_1 = \frac{C_{\nu_2} - C_{\nu_3}}{C_{\nu_2} - C_{\nu_1}} \cdot 100.$$

6. Необходимое количество X_2 в процентах жидкости с большей вязкостью ν_2 находят из выражения $X_2 = 100 - X_1$.

Пример вычисления состава градуировочной жидкости.

Требуется приготовить 3 дм³ жидкости с вязкостью 40 мм²/с, имея трансформаторное масло с вязкостью 25 мм²/с и веретенное масло с вязкостью 49 мм²/с.

$$\begin{aligned} \nu_1 = 25 \quad C_{\nu_1} = 21,5 \quad X_1 &= \frac{37,3 - 32,4}{37,3 - 21,5} \cdot 100 = 31\% \\ \nu_2 = 49 \quad C_{\nu_2} = 37,3 \quad X_2 &= 100\% - 31\% = 69\% \\ \nu_3 = 40 \quad C_{\nu_3} = 32,4 \end{aligned}$$

Таким образом, следует смешать 0,93 дм³ (3х0,31) трансформаторного масла и 2,07 дм³ (3х0,69) веретенного масла.

7. Требуемое количество исходных жидкостей отмеривают мензуркой или измерительным цилиндром, сливают в сухую бутылку и тщательно перемешивают.

8. При обнаружении следов влаги жидкости обезвоживают крупной кристаллической поваренной солью по ГОСТ 13830-68 и кальцинированным хлористым кальцием по ГОСТ 450-77 или другими осушителями, предварительно выдержанными в сушильном шкафу при температуре (150-200) °С.

9. Приготовленную жидкость с вязкостью менее 20 мм²/с фильтруют через воронку типа ВФ (для ускорения фильтрования применяют вакуумную колбу с вакуумным насосом).

Более вязкие жидкости, предварительно разогретые в сушильном шкафу, фильтруют через бумажный фильтр, вложенный в воронку Бюхнера, соединенную с колбой для фильтрования и вакуумным насосом.

Для фильтрования жидкостей с вязкостью более 5000 мм²/с применяют проволочную тканую сетку.

10. Отфильтрованные жидкости хранят в закрытых бутылках в темном шкафу.

11. Вязкость градуировочной жидкости определяют не менее чем через три дня после фильтрования.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3 Состав градуировочных жидкостей

(Справочное)

Ориентировочный состав градуировочной жидкости, %	Кинематическая вязкость при 20 °С, мм ² /с (номинальное значение)
Ацетон - 100	0,4
Бензин-растворитель (уайт-спирит) - 100	1
Керосин - 68,4 и трансформаторное масло - 31,6	4
Керосин - 31,2 и трансформаторное масло - 68,8	10
Трансформаторное масло - 31 и веретенное масло АУ - 69	40
Веретенное масло АУ - 42,3 и индустриальное масло И - 50 А - 57,7	100
Индустриальное масло И - 50 А - 63,4 и авиационное масло - 36,6	400
Индустриальное масло И - 50 А - 8,3 и авиационное масло - 91,7	1000
Масло для прокатных станов П-28 - 60,6 и электроизоляционное синтетическое масло октол* - 39,4	4000
Масло для прокатных станов П-28 - 41,4 и электроизоляционное синтетическое масло октол - 58,6	6000

* Кинематическая вязкость применяемого синтетического электроизоляционного масла октол при 20 °С 17000 мм²/с.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4 Форма протокола поверки образцового вискозиметра

(Обязательное)

Протокол N

Вискозиметр образцовый N

 $d_{\text{кап.}} =$ мм

Предприятие-изготовитель

Прибор принадлежит

Внешний осмотр

Определение постоянной B

Длина капилляра, мм			Вместимость измерительного шарика, мм ³			Постоянная B , мм ²
1-е измерение	2-е измерение	Действительное значение	1-е измерение	2-е измерение	Действительное значение	
$L_1 =$	$L_2 =$	$L_{\text{ср.}} =$	$V_1 =$	$V_2 =$	$V_{\text{ср.}} =$	

Определение постоянной K

Вязкость градуировочной жидкости, мм ² /с	Время истечения градуировочной жидкости, с	Среднее арифметическое значение времени истечения, с	Постоянная K , мм ² /с ²
$\nu_1 =$	1	$\tau_1 =$	$K_1 =$
	2		
	·		
	·		
	·		
$\nu_2 =$	10	$\tau_2 =$	$K_2 =$
	1		
	2		
	3		
	·		
	·		
	10		

Среднее арифметическое значение постоянной K

$$K = \frac{K_1 + K_2}{2} = \text{мм}^2/\text{с}^2$$

Доверительная погрешность измерения постоянной $K =$ %.

Выдано свидетельство N _____ Дата _____

Поверитель _____ Подпись _____

Ф. И. О.

ПРИЛОЖЕНИЕ 5 Пример вычисления постоянных образцового вискозиметра

(Справочное)

N 810116

$$d_{\text{кап.}} = 0,65$$

1. Вычисление постоянной B :

$$L = 297 \text{ мм};$$

$$V = 3,1 \cdot 10^3 \text{ мм}^3.$$

Постоянную B вычисляют по формуле (1) $B = 0,24 \text{ мм}^2$

2. Вычисление постоянной K :

Постоянная K определена по двум градуировочным жидкостям, значения кинематической вязкости которых $\nu_1 = 6,0902 \text{ мм}^2/\text{с}$ и $\nu_2 = 3,5266 \text{ мм}^2/\text{с}$; получены следующие результаты измерения времени истечения каждой градуировочной жидкости:

ν_1			ν_2		
$\tau_i, \text{с}$	$\Delta\tau_i = \bar{\tau} - \tau_i$	$(\Delta\tau_i)^2$	$\tau_i, \text{с}$	$\Delta\tau_i = \bar{\tau} - \tau_i$	$(\Delta\tau_i)^2$
411,04	-0,01	0,0001	237,87	+0,03	0,0009
03	-0,02	0,0004	82	-0,02	0,0004
04	-0,01	0,0001	80	-0,04	0,0016
13	+0,08	0,0064	77	-0,07	0,0049
14	+0,09	0,0081	88	+0,04	0,0016

00	0,00	0,0000	82	-0,02	0,0004
10	+0,05	0,0025	82	-0,02	0,0004
02	-0,03	0,0009	90	+0,06	0,0036
06	+0,01	0,0001	86	+0,02	0,0004
06	+0,01	0,0001	81	-0,03	0,0009
$\bar{\tau}_1 = 411,05 \text{ с}$			$\bar{\tau}_2 = 237,84 \text{ с}$		
$S_{\tau} = \sqrt{\frac{\sum (\Delta \tau_i)^2}{n(n-1)}} = 1,4 \cdot 10^{-2}$			$S_{\tau} = 1,3 \cdot 10^{-2}$		
$\frac{S_{\tau}}{\tau} \cdot 100 = 0,003\%$			$\frac{S_{\tau}}{\tau} \cdot 100 = 0,005\%$		
$\Delta_K = \sqrt{0,05^2 + 0,003^2} = 0,05\%$			$\Delta_K = \sqrt{0,05^2 + 0,005^2} = 0,05\%$		
$\delta_o = 2,26 \cdot 0,05 = 0,1\%$			$\delta_o = 2,26 \cdot 0,05 = 0,1\%$		

Результат измерения не превышает указанной в п.7.2.5.

Вычисляем по формулам (2) и (3) значения постоянных K_1 и K_2 , равные соответственно 0,014817 и 0,014828 мм²/с², с учетом поправки на ускорение свободного падения

$$K_1 = 0,014798 \text{ и } K_2 = 0,014809 \text{ мм}^2/\text{с}^2,$$

$$K = \frac{K_1 + K_2}{2} = 0,014804 \text{ мм}^2/\text{с}^2.$$

(записывается в свидетельство о поверке)

ПРИЛОЖЕНИЕ 6 Пример вычисления кинематической вязкости градуировочной жидкости

(Справочное)

Для вычисления кинематической вязкости градуировочной жидкости применены эталонные вискозиметры N 670909, постоянные которого $K = 0,029076 \text{ мм}^2/\text{с}^2$; $B = 0,20 \text{ мм}^2$ и N 670910, постоянные которого $K = 0,028753 \text{ мм}^2/\text{с}^2$; $B = 0,21 \text{ мм}^2$ (эти значения K и B приведены в паспорте на рабочий эталон единицы кинематической вязкости).

Плотность градуировочной жидкости, определенная по п.5.1, $\rho = 0,845 \text{ г/см}^3$.

Получены следующие результаты измерений времени истечения градуировочной жидкости:

N 670909			N 670910		
$\tau_i, \text{с}$	$\Delta\tau_i = \bar{\tau} - \tau_i$	$(\Delta\tau_i)^2$	$\tau_i, \text{с}$	$\Delta\tau_i = \bar{\tau} - \tau_i$	$(\Delta\tau_i)^2$
209,81	+0,04	0,0016	212,06	-0,07	0,0049
89	+0,12	0,0144	12	-0,01	0,0001
87	+0,10	0,0100	09	-0,04	0,0016
75	-0,02	0,0004	13	0,00	0,0000
65	-0,12	0,0144	13	0,00	0,0000
71	-0,06	0,0036	23	+0,10	0,0100
83	+0,06	0,0036	12	-0,01	0,0001
78	+0,01	0,0001	14	0,01	0,0001
72	-0,05	0,0025	18	+0,05	0,0025
71	-0,06	0,0036	13	0,00	0,0000
$\bar{\tau} = 209,77 \text{ с}$			$\bar{\tau} = 212,13 \text{ с}$		
$S_{\tau} = \sqrt{\frac{\sum (\Delta\tau_i)^2}{n(n-1)}} = 2,4 \cdot 10^{-2}$			$S_{\tau} = \sqrt{\frac{\sum (\Delta\tau_i)^2}{n(n-1)}} = 1,5 \cdot 10^{-2}$		
$\frac{S_{\tau}}{\tau} \cdot 100 = 0,01\%$			$\frac{S_{\tau}}{\tau} \cdot 100 = 0,007\%$		

То есть полученные значения $\frac{S_{\tau}}{\tau}$ не превышают указанное в п.7.4.1.

Находим значения кинематической вязкости градуировочной жидкости, определенные по двум вискозиметрам по формуле (9) и получаем на вискозиметре N 670909 $\nu^1 = 6,0906 \text{ мм}^2/\text{с}$, на вискозиметре N 670910 $\nu^2 = 6,0897 \text{ мм}^2/\text{с}$, значит $\nu_1 = \frac{\nu^1 + \nu^2}{2} = 6,0902 \text{ мм}^2/\text{с}$.

Расхождение результатов не превышает 0,1%, то есть

$$\frac{\nu^1 - \nu^2}{\nu_1} = \frac{6,0906 - 6,0897}{6,0902} \cdot 100 = 0,015\%$$

ПРИЛОЖЕНИЕ 7 Пример записи оборотной стороны свидетельства о поверке образцового вискозиметра

(Обязательное)

Постоянная $K = 0,14812 \text{ мм}^2/\text{с}^2$.

Постоянная $B = 0,24 \text{ мм}^2$.

Кинематическую вязкость жидкости определяют по формуле

$$\nu = K \cdot \frac{g}{9,80665} \cdot \tau - \frac{B}{\tau},$$

где ν - кинематическая вязкость жидкости, $\text{мм}^2/\text{с}$;

τ - время истечения жидкости, с;

g - ускорение свободного падения в месте измерения вязкости, $\text{м}/\text{с}^2$.

Доверительная погрешность $\delta_0 = 0,3 \%$ при доверительной вероятности $P = 0,95$.

Поверитель

Ф. И. О.

Подпись

Примечание. Числовые значения K и B , приведенные в данном приложении, указаны для конкретного поверенного прибора.

Электронный текст документа
подготовлен ЗАО "Кодекс" и сверен по:
М.: Издательство стандартов, 1984