ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО СТАНДАРТАМ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

ВИСКОЗИМЕТРЫ СТЕКЛЯННЫЕ КАПИЛЛЯРНЫЕ ОБРАЗЦОВЫЕ.

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

РД 50-416—83

Цена 10 коп.

Москва
ИЗДАТЕЛЬСТВО СТАНДАРТОВ
1984

gost.e-ecolog.ru

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. № 3363

Редактор *Н. А. Аргунова*
Технический редактор *Н. П. Замолодчикова*
Корректор *В. А. Ряукайте*

Сдано в наб. 16.11.83 Подп. в печ. 16.03.84 Т—08104 Формат 60×90¹/₁₆ Бумага множ. ап. Гарнитура литературная Печать высокая 1,25 п. л. 1,25 усл. кр.-отт. 1.17 уч.-изд. л. Тир. 5000 Изд. № 7967/4 Зак. 5589 Цена 10 коп.

Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов, 123840, Москва, ГСП, Новопресненский пер., д. 3.
Вильнюсская типография Издательства стандартов, ул. Миндауго, 12/14. Зак. 5589

УДК 532.137.089.6

РУКОВОДЯЩИЙ НОРМАТИВНЫЙ ДОКУМЕНТ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Вискозиметры стеклянные капиллярные образцовые. Методы и средства поверки

РД 50-416—83

Взамен МУ 157

Утверждены Постановлением Госстандарта от 20.07. 1983 г. № 3363, срок введения установлен с 01.07. 1984 г.

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.

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;

градуировочные жидкости, приготавливаемые как указано в обязательном приложении 2;

пикнометры типа ПЖ 3 вместимостью 25 и 50 $см^3$ по ГОСТ 22524—77;

бюретка исполнения 1 или 2 вместимостью 10 $см^3$ с ценой деления 0,05 $см^3$ по ГОСТ 20292—74;

© Издательство стандартов, 1984

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;

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 (свиде-

тельства 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 В образцового вискозиметра**

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

Для определения постоянной В 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 впая в резервуар висячего уровня измеряют металлической линейкой дважды.

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

6.2.2. **Определение постоянной *К* образцового вискозиметра**

Постоянную *К* 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 *К* образцового вискозиметра.

Операции по определению вязкости градуировочной жидкости и постоянной *К* образцового вискозиметра осуществляют одновре-

менно 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.

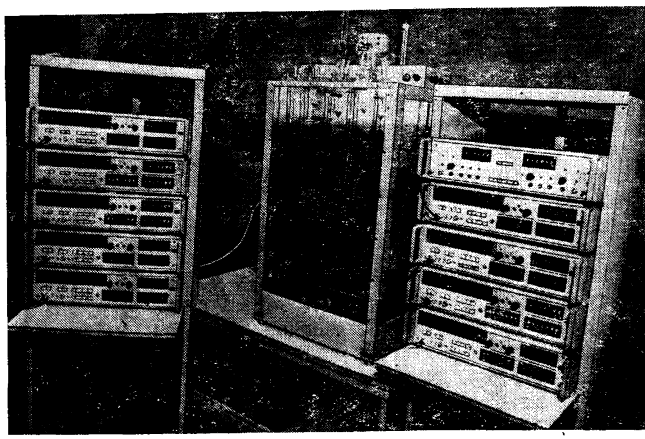
Постоянную K каждого вискозиметра определяют не менее, чем по двум градуировочным жидкостям.

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 мм^2/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

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

где B — значение постоянной B, мм^2;

m — коэффициент, равный 0,58;

V — вместимость измерительного резервуара, мм^3;

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

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

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

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

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

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

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

$$g = [978{,}049(1 + 0{,}0052884 \sin^2\varphi) - 0{,}0003086\, h - 0{,}011] \cdot 10^{-2}, \qquad (6)$$

где g — ускорение свободного падения, м/с²;

φ — географическая широта места, градус;

h — высота над уровнем моря, м.

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

$$\delta_0 = t \cdot \Delta_к, \qquad (7)$$

где t — коэффициент Стьюдента, равный 2,26;

$\Delta_к$ — относительная погрешность определения постоянной K, вычисляемая по формуле

$$\Delta_к = \sqrt{\left(\frac{S\nu}{\nu}\right)^2 + \left(\frac{S\tau}{\tau}\right)^2}, \qquad (8)$$

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

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

где K — постоянная вискозиметра, приведенная к местному ускорению свободного падения, мм^2/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;

e — плотность воздуха, равная 0,0012 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
Обязательное

ТРЕБОВАНИЯ К ОБРАЗЦОВЫМ КАПИЛЛЯРНЫМ СТЕКЛЯННЫМ ВИСКОЗИМЕТРАМ

1. Образцовые капиллярные стеклянные вискозиметры — вискозиметры с висячим 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 ощутимая 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, окалины);

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.

1. *Угол впая трубки, отходящей сбоку,* (30±1) °.

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, мм²/с² (номинальное значение)	Вместимость измерительного резервуара, см³	Диаметр капилляра, мм	Диапазон измерений вязкости, мм²/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, вытекая 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
Обязательное

ПРИГОТОВЛЕНИЕ ГРАДУИРОВОЧНЫХ ЖИДКОСТЕЙ

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;
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;
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.

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, мм²/с	Объемная доля C_V, %	Кинематическая вязкость, ν, мм²/с	Объемная доля C_V, %	Кинематическая вязкость, ν, мм²/с	Объемная доля C_V, %
10	0,0	31	26,4	52	38,8
11	2,0	32	27,0	53	39,3
12	4,0	33	27,9	54	39,9
13	6,0	34	28,4	55	40,1
14	8,4	35	29,3	56	40,4
15	9,8	36	30,0	57	40,8
16	11,0	37	30,7	58	41,2
17	12,5	38	31,2	59	41,7
18	13,9	39	31,9	60	41,9
19	15,1	40	32,4	61	42,3
20	16,3	41	33,0	62	42,6
21	17,6	42	33,7	63	42,9
22	18,7	43	34,2	64	43,3
23	19,8	44	34,8	65	43,6
24	20,7	45	35,3	66	43,9
25	21,5	46	35,8	67	44,2
26	22,5	47	36,4	68	44,5
27	23,5	48	36,9	69	44,7
28	24,0	49	37,3	70	45,0
29	25,0	50	37,6	71	45,3
30	25,7	51	38,3	72	45,5

Продолжение

Кинематическая вязкость, ν, мм^2/с	Объемная доля C_V, %	Кинематическая вязкость, ν, мм^2/с	Объемная доля C_V, %	Кинематическая вязкость, ν, мм^2/с	Объемная доля C_V, %
73	45,8	265	68,4	650	84,5
74	46,1	270	68,9	660	84,8
75	46,3	275	69,3	670	85,0
76	46,6	280	69,6	680	85,3
77	46,8	285	70,0	690	85,6
78	47,1	290	70,4	700	85,8
79	47,4	296	70,7	710	86,0
80	47,6	300	71,1	720	86,2
82	48,1	305	71,4	730	86,5
85	48,7	310	71,7	740	86,7
87	49,1	315	72,0	750	86,9
90	49,7	320	72,3	760	87,2
92	50,0	325	72,6	770	87,4
95	50,5	330	72,9	780	87,6
98	51,0	335	73,2	790	87,8
100	51,3	340	73,5	800	88,0
102	51,5	345	73,8	810	88,2
105	52,0	350	74,1	820	88,4
108	52,4	355	74,4	830	88,6
110	52,7	360	74,6	840	88,8
115	53,5	365	74,9	850	89,0
119	54,0	370	75,1	860	89,2
124	54,4	375	75,4	870	89,4
127	55,0	380	75,6	880	89,6
130	55,4	385	75,8	890	89,8
135	56,0	390	76,0	900	90,0
140	56,6	395	76,3	910	90,2
145	57,2	400	76,5	920	90,4
150	57,7	410	77,0	930	90,6
152	58,0	420	77,4	940	90,7
156	58,4	430	77,8	950	90,9
160	58,9	440	78,2	960	91,0
165	59,5	450	78,6	970	91,2
171	60,0	460	79,0	980	91,4
175	60,4	470	79,3	990	91,5
180	60,9	480	79,6	1000	91,7
185	61,4	490	80,0	1010	91,8
190	61,9	500	80,4	1020	92,0
195	62,4	510	80,7	1030	92,1
200	62,8	520	81,0	1040	92,2
205	63,3	530	81,3	1050	92,3
210	63,8	540	81,6	1060	92,4
215	64,2	550	81,9	1070	92,6
220	64,7	560	82,2	1080	92,7
225	65,1	570	82,4	1090	92,9
230	65,5	580	82,7	1100	93,0
235	66,0	590	83,0	1110	93,1
240	66,4	600	83,2	1120	93,2
245	66,9	610	83,5	1130	93,3
250	67,2	620	83,8	1140	93,4
255	67,7	630	84,0	1150	93,5
260	68,1	640	84,3	1160	93,6

Продолжение

Кинематическая вязкость, ν, мм²/с	Объемная доля C_V, %	Кинематическая вязкость, ν, мм²/с	Объемная доля C_V, %	Кинематическая вязкость, ν, мм²/с	Объемная доля C_V, %
1170	93,7	1440	95,6	1750	98,0
1180	93,8	1450	95,7	1780	98,2
1190	93,9	1470	95,8	1790	98,3
1200	94,0	1490	96,0	1800	98,4
1210	94,0	1500	96,1	1830	98,6
1220	94,1	1520	96,2	1850	98,8
1230	94,1	1550	96,4	1860	98,9
1240	94,2	1560	96,5	1870	99,0
1250	94,3	1570	96,6	1900	99,1
1270	94,4	1600	96,8	1930	99,2
1290	94,5	1610	96,9	1950	99,3
1300	94,6	1620	97,0	1970	99,4
1320	94,7	1645	97,2	2000	99,5
1340	94,8	1670	97,4	2015	99,6
1350	95,0	1680	97,5	2030	99,7
1380	95,1	1700	97,6	2050	99,8
1100	95,2	1710	97,7	2065	99,9
1420	95,4	1730	97,8	2072	100,0
1430	95,5	1740	97,9		

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_{V_1}, C_{V_2}, C_{V_3}.

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

$$X_1 = -\frac{C_{V_2} - C_{V_3}}{C_{V_2} - C_{V_1}} \cdot 100.$$

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.

$\nu_1 = 25$ $\quad C_{V_1} = 21{,}5$

$\nu_2 = 49$ $\quad C_{V_2} = 37{,}3$

$\nu_3 = 40$ $\quad C_{V_3} = 32{,}4$

$$X_1 = \frac{37{,}3 - 32{,}4}{37{,}3 - 21{,}5} \cdot 100 = 31\%$$

$$X_2 = 100\% - 31\% = 69\%$$

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

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

8. При обнаружении следов влаги жидкости обезвоживают крупной кристаллической поваренной солью по ГОСТ 13830—68 и кальцинированным хло-

ристым 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 бутылях в темном шкафу.

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

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
Справочное

СОСТАВ ГРАДУИРОВОЧНЫХ ЖИДКОСТЕЙ

Ориентировочный состав градуировочной жидкости, %	Кинематическая вязкость при 20°С, мм²/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
Обязательное

ФОРМА ПРОТОКОЛА ПОВЕРКИ ОБРАЗЦОВОГО ВИСКОЗИМЕТРА

Протокол №

Вискозиметр образцовый № $d_{кап.}=$ мм
Предприятие-изготовитель
Прибор принадлежит
Внешний осмотр

Определение постоянной B

Длина капилляра, мм			Вместимость измерительного шарика, мм³			Постоянная B, мм²
1-е измерение	2-е измерение	Действительное значение	1-е измерение	2-е измерение	Действительное значение	
$L_1=$	$L_2=$	$L_{ср.}=$	$V_1=$	$V_2=$	$V_{ср.}=$	

Определение постоянной K

Вязкость градуировочной жидкости, мм²/с	Время истечения градуировочной жидкости, с	Среднее арифметическое значение времени истечения, с	Постоянная K, мм²/с²
$\nu_1=$	1 2 . . 10	$\tau_1=$	$K_1=$
$\nu_2=$	1 2 3 . . 10	$\tau_2=$	$K_2=$

Среднее арифметическое значение постоянной K

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

Доверительная погрешность измерения постоянной $K=$ %.

Выдано свидетельство № _____ Дата _____

Поверитель _____ Подпись _____
Ф. И. О.

ПРИМЕР ВЫЧИСЛЕНИЯ ПОСТОЯННЫХ ОБРАЗЦОВОГО ВИСКОЗИМЕТРА

№ 810116

$d_{кап.}=0{,}65$

1. Вычисление постоянной B:

$L=297$ мм;

$V=3{,}1\cdot10^3$ мм^3.

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

2. Вычисление постоянной K:

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

ν_1			ν_2		
τ_i, с	$\Delta\tau_i=\overline{\tau}-\tau_i$	$(\Delta\tau_i)^2$	τ_i, с	$\Delta\tau_i=\overline{\tau}-\tau_i$	$(\Delta\tau_i)^2$
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
$\overline{\tau}_1=411{,}05$ с			$\overline{\tau}_2=237{,}84$ с		
$S_\tau=\sqrt{\frac{\Sigma(\Delta\tau_i)^2}{n(n-1)}}=1{,}4\cdot10^{-2}$			$S_\tau=1{,}3\cdot10^{-2}$		
$\frac{S_\tau}{\tau}\cdot100=0{,}003\%$			$\frac{S_\tau}{\tau}\cdot100=0{,}005\%$		
$\Delta_K=\sqrt{0{,}05^2+0{,}003^2}=0{,}05\%$			$\Delta_K=\sqrt{0{,}05^2+0{,}005^2}=0{,}05\%$		
$\delta_0=2{,}26\cdot0{,}05=0{,}1\%$			$\delta_0=2{,}26\cdot0{,}05=0{,}1\%$		

Результат измерения не превышает указанный 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 мм^2/с^2, 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)

ПРИМЕР

ВЫЧИСЛЕНИЯ КИНЕМАТИЧЕСКОЙ ВЯЗКОСТИ ГРАДУИРОВОЧНОЙ ЖИДКОСТИ

Для вычисления кинематической вязкости градуировочной жидкости применены эталонные вискозиметры № 670909, постоянные которого $K=0{,}029076$ мм²/с²; $B=0{,}20$ мм² и № 670910, постоянные которого $K=0{,}028753$ мм²/с²; $B=0{,}21$ мм² (эти значения K и B приведены в паспорте на рабочий эталон единицы кинематической вязкости).

Плотность градуировочной жидкости, определенная по п. 5.1. $\rho=0{,}845$ г/см³.

Получены следующие результаты измерений времени истечения градуировочной жидкости:

№ 670909			№ 670910		
τ_i, с	$\Delta\tau_i=\overline{\tau}-\tau_i$	$(\Delta\tau_i)^2$	τ_i, с	$\Delta\tau_i=\overline{\tau}-\tau_i$	$(\Delta\tau_i)^2$
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

$\overline{\tau}=209{,}77$ с

$$S_\tau=\sqrt{\frac{\Sigma(\Delta\tau_i)^2}{n(n-1)}}=2{,}4\cdot10^{-2}$$

$$\frac{S_\tau}{\tau}\cdot100=0{,}01\,\%$$

$\overline{\tau}=212{,}13$ с

$$S_\tau=\sqrt{\frac{\Sigma(\Delta\tau_i)^2}{n(n-1)}}=1{,}5\cdot10^{-2}$$

$$\frac{S_\tau}{\tau}\cdot100=0{,}007\,\%$$

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 № 670909 $\nu^1=6{,}0906$ мм²/с, на вискозиметре № 670910 $\nu^2=6{,}0897$ мм²/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

$$\frac{\nu^1-\nu^2}{\nu_1}=\frac{6{,}0906-6{,}0897}{6{,}0902}\cdot100=0{,}015\,\%.$$

ПРИЛОЖЕНИЕ 7
Обязательное

ПРИМЕР ЗАПИСИ ОБОРОТНОЙ СТОРОНЫ СВИДЕТЕЛЬСТВА О ПОВЕРКЕ ОБРАЗЦОВОГО ВИСКОЗИМЕТРА

Постоянная $K=0{,}148\,12$ мм²/с².

Постоянная $B=0{,}24$ мм².

Кинематическую вязкость жидкости определяют по формуле

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

где ν — кинематическая вязкость жидкости, мм²/с;
τ — время истечения жидкости, с;
g — ускорение свободного падения в месте измерения вязкости, м/с².
Доверительная погрешность $\delta_0=0{,}3\%$ при доверительной вероятности $P=0{,}95$.

Поверитель _____ _____
Ф. И. О. Подпись

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

gost.e-ecolog.ru