

Приложение
к приказу Федерального агентства
по техническому регулированию
и метрологии
от « ____ » _____ 20 ____ г. № _____

ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОВЕРОЧНАЯ СХЕМА ДЛЯ СРЕДСТВ
ИЗМЕРЕНИЙ ВЯЗКОСТИ ЖИДКОСТЕЙ

Содержание

1 Область применения.....	2
2 Нормативные ссылки	2
3 Термины и определения.....	3
4 Государственный первичный эталон.....	3
5 Рабочие эталоны	6
6 Средства измерений	9
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Чертёж Государственной поверочной схемы для средств измерений вязкости жидкостей	10

1 Область применения

1.1 Государственная поверочная схема для средств измерений вязкости жидкостей устанавливает порядок передачи единиц¹ динамической и кинематической вязкости жидкостей – Паскаль-секунда (Па·с) и метра квадратного на секунду (м²/с) – от Государственного первичного эталона единиц динамической и кинематической вязкости жидкости (ГЭТ 17-2018) (далее – ГПЭ) рабочим эталонам и средствам измерений с указанием погрешностей и основных методов передачи единицы.

1.2 Чертёж Государственной поверочной схемы для средств измерений вязкости жидкостей представлен в Приложении А.

2 Нормативные ссылки

В настоящем документе использованы ссылки на следующие нормативные документы

ГОСТ Р 8.563-2009 «Государственная система обеспечения единства измерений. Методики (методы) измерений»;

ГОСТ 33-2016 «Нефть и нефтепродукты. Прозрачные и непрозрачные жидкости. Определение кинематической и динамической вязкости»;

РМГ 29-2013 «Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Основные термины и определения»;

МИ 1289-86 Методические указания. Жидкости градуировочные. Методика приготовления.

П р и м е ч а н и е – При использовании Государственной поверочной схемы целесообразно проверять действие ссылочных документов в информационной системе общего пользования – на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января 2019 года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при использовании государственной поверочной схемы следует руководствоваться заменяющим измененным документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

¹ Передача единиц динамической и кинематической вязкости жидкости с помощью рабочих эталонов осуществляется при поверке, калибровке, испытаниях средств измерений, аттестации методик измерений, контроле точности измерений, выполняемых по аттестованным методикам (термины и соответствующие определения установлены в РМГ 29 и ГОСТ Р 8.563).

3 Термины и определения

В настоящем документе применяют следующие термины с соответствующими определениями

3.1 кинематическая вязкость: Сопротивление жидкости течению под действием гравитации.

Примечание – При движении жидкости под действием силы тяжести при данном гидростатическом давлении давление жидкости пропорционально её плотности ρ . Для всех вискозиметров время истечения определенного объема жидкости прямо пропорционально её кинематической вязкости ν , где $\nu = \eta / \rho$, η – динамическая вязкость.

3.2 плотность: Масса вещества на единицу объема при данной температуре.

3.3 динамическая вязкость: Отношение применяемого напряжения сдвига к скорости сдвига жидкости. Иногда его называют коэффициентом динамической вязкости или просто вязкостью. Таким образом, динамическая вязкость является мерой сопротивления истечению или деформации жидкости.

Примечание – Термин «динамическая вязкость» можно также применять для обозначения вязкости в зависимости от времени, в течение которого напряжение сдвига и скорость сдвига имеют синусоидальную зависимость.

3.4 ньютоновская жидкость: Жидкость, вязкость которой не зависит от касательного напряжения и градиента скорости, т.е. если отношение касательного напряжения к градиенту скорости постоянно, жидкость не является ньютоновской.

3.5 градуировочная жидкость (компаратор): Жидкость, предназначенная для проведения поверки или калибровки средств измерений вязкости.

4 Государственный первичный эталон

4.1 Государственный первичный эталон единиц динамической и кинематической вязкости жидкости (ГЭТ 17-2018) состоит четырёх эталонных комплексов:

- эталонного комплекса (ЭК ГЭТ 17/1-КВИ), предназначенного для воспроизведения, хранения и передачи единицы кинематической вязкости в диапазоне температуры от 20 °С до 40 °С;
- эталонного комплекса (ЭК ГЭТ 17/2-КВН), предназначенного для воспроизведения, хранения и передачи единицы кинематической вязкости в диапазонах температуры от минус 40 °С до 20 °С и от 40 °С до 150 °С;
- эталонного комплекса (ЭК ГЭТ 17/3-ДВП), предназначенного для воспроизведения, хранения и передачи единицы динамической вязкости жидкости в потоке в диапазоне температуры от 20 °С до 40 °С и в диапазоне давлений от 0,5 МПа до 4,0 МПа;
- эталонного комплекса (ЭК ГЭТ 17/4-ДВД), предназначенного для воспроизведения, хранения и передачи единицы динамической вязкости жидкости в диапазоне температуры от 20 °С до 40 °С и в диапазоне давления от 0,1 МПа до 4,0 МПа.

4.2 Диапазон значений динамической и кинематической вязкости жидкости составляет:

– от $4,0 \cdot 10^{-7}$ м²/с до $1,0 \cdot 10^{-1}$ м²/с – воспроизводимых и хранимых эталонными комплексами ГЭТ 17/1-КВИ и ГЭТ 17/2-КВН;

– от $0,5 \cdot 10^{-3}$ Па·с до $1,0 \cdot 10^{-1}$ Па·с – воспроизводимых и хранимых эталонным комплексом ГЭТ 17/3-ДВП;

– от $1,0 \cdot 10^{-3}$ Па·с до $30,0 \cdot 10^{-2}$ Па·с – воспроизводимых и хранимых эталонным комплексом ГЭТ 17/4-ДВД.

4.3 Государственный первичный эталон обеспечивает воспроизведение и передачу единиц динамической и кинематической вязкости жидкости с характеристиками точности, представленными в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристики точности ГЭТ 17-2018

Оценка случайной погрешности воспроизведения единиц		
Наименование эталонного комплекса	Название величины и единицы измерений	Значение
ЭК ГЭТ 17/1-КВИ	Относительное среднее квадратическое отклонение результата измерений при 10 независимых измерениях, не превышает	$1,5 \cdot 10^{-4}$
ЭК ГЭТ 17/2-КВН	Относительное среднее квадратическое отклонение результата измерений при 10 независимых измерениях, не превышает	$1,5 \cdot 10^{-4}$
ЭК ГЭТ 17/3-ДВП	Среднее квадратическое отклонение результата измерений при 10 независимых измерениях, не превышает, Па·с	$5,2 \cdot 10^{-5}$
ЭК ГЭТ 17/4-ДВД	Относительное среднее квадратическое отклонение результата измерений при 10 независимых измерениях, не превышает	$7,0 \cdot 10^{-4}$
Оценка неисключенной систематической погрешности воспроизведения		
Наименование эталонного комплекса	Название величины и единицы измерений	Значение
ЭК ГЭТ 17/1-КВИ	Относительная неисключенная систематическая погрешность, не превышает	$2,0 \cdot 10^{-3}$
ЭК ГЭТ 17/2-КВН	Относительная неисключенная систематическая погрешность, не превышает	$2,2 \cdot 10^{-3}$
ЭК ГЭТ 17/3-ДВП	Неисключенная систематическая погрешность, не превышает, Па·с	$1,9 \cdot 10^{-4}$
ЭК ГЭТ 17/4-ДВД	Относительная неисключенная систематическая погрешность, не превышает	$4,4 \cdot 10^{-3}$

Продолжение таблицы 1

Стандартная неопределенность		
оцененная по типу А:		
Наименование эталонного комплекса	Название величины и единицы измерений	Значение
ЭК ГЭТ 17/1-КВИ	Относительная стандартная неопределенность, оценённая по типу А, не превышает	$1,5 \cdot 10^{-4}$
ЭК ГЭТ 17/2-КВН	Относительная стандартная неопределенность, оценённая по типу А, не превышает	$1,5 \cdot 10^{-4}$
ЭК ГЭТ 17/3-ДВП	Стандартная неопределенность, оценённая по типу А, Па·с, не превышает	$5,2 \cdot 10^{-5}$
ЭК ГЭТ 17/4-ДВД	Относительная стандартная неопределенность, оценённая по типу А, не превышает	$7,0 \cdot 10^{-4}$
оцененная по типу В		
Наименование эталонного комплекса	Название величины и единицы измерений	Значение
ЭК ГЭТ 17/1-КВИ	Относительная стандартная неопределенность, оценённая по типу В, не превышает	$8,4 \cdot 10^{-4}$
ЭК ГЭТ 17/2-КВН	Относительная стандартная неопределенность, оценённая по типу В, не превышает	$9,7 \cdot 10^{-4}$
ЭК ГЭТ 17/3-ДВП	Стандартная неопределенность, оценённая по типу В, Па·с, не превышает	$1,15 \cdot 10^{-4}$
ЭК ГЭТ 17/4-ДВД	Относительная стандартная неопределенность, оценённая по типу В, не превышает	$2,5 \cdot 10^{-3}$
Суммарная стандартная неопределенность		
Наименование эталонного комплекса	Название величины и единицы измерений	Значение
ЭК ГЭТ 17/1-КВИ	Относительная суммарная стандартная неопределенность, не превышает	$8,5 \cdot 10^{-4}$
ЭК ГЭТ 17/2-КВН	Относительная суммарная стандартная неопределенность, не превышает	$9,8 \cdot 10^{-4}$
ЭК ГЭТ 17/3-ДВП	Суммарная стандартная неопределенность, Па·с, не превышает	$1,26 \cdot 10^{-4}$
ЭК ГЭТ 17/4-ДВД	Относительная суммарная стандартная неопределенность, не превышает	$2,6 \cdot 10^{-3}$
Расширенная неопределенность при коэффициенте охвата $k = 2$ ($P=0,95$)		
Наименование эталонного комплекса	Название величины и единицы измерений	Значение
ЭК ГЭТ 17/1-КВИ	Относительная расширенная неопределенность, не превышает	$1,7 \cdot 10^{-3}$
ЭК ГЭТ 17/2-КВН	Относительная расширенная неопределенность, не превышает	$2,0 \cdot 10^{-3}$
ЭК ГЭТ 17/3-ДВП	Расширенная неопределенность, Па·с, не превышает	$2,5 \cdot 10^{-4}$
ЭК ГЭТ 17/4-ДВД	Относительная расширенная неопределенность, не превышает	$5,2 \cdot 10^{-3}$

4.4 Государственный первичный эталон применяют для передачи единиц динамической и кинематической вязкости жидкости рабочим эталонам 1-го и 2-го разряда:

- методом сличения при помощи компаратора, эталонным комплексам, предназначенным для хранения и передачи единицы кинематической вязкости жидкости в интервале температуры от минус 40 °С до 150 °С;
- методом непосредственного сличения, эталонным поточным преобразователям вязкости серии Master и установкам для поверки поточных вискозиметров, а также стендам для поверки средств измерений вязкости;
- методом прямых измерений, стандартным образцам вязкости жидкости (градуировочным жидкостям), аттестуемым в интервале температуры от минус 40 °С до 150 °С и стандартным образцам вязкости жидкости, аттестуемых в интервале давления от 0,1 МПа до 4,0 МПа.

5 Рабочие эталоны

5.1 Рабочие эталоны 1-го разряда

5.1.1 В качестве рабочих эталонов 1-го разряда применяют:

- эталонные комплексы, предназначенные для хранения и передачи единицы кинематической вязкости жидкости в интервале температуры от минус 40 °С до 150 °С в диапазоне значений от $4,0 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2/\text{с}$ до $1,0 \cdot 10^{-1} \text{ м}^2/\text{с}$. Основными средствами измерений, входящими в состав данных эталонных комплексов, являются наборы вискозиметров стеклянных капиллярных образцовых;
- эталонные поточные преобразователи вязкости серии Master и установки для поверки поточных вискозиметров, а также стенды для поверки средств измерений вязкости в диапазоне значений от $0,5 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$ до $1,0 \cdot 10^{-1} \text{ Па} \cdot \text{с}$.

5.1.2 Пределы допускаемой относительной погрешности (δ_o) рабочих эталонов 1-го разряда при доверительной вероятности $P=0,95$ составляют

от 0,04 % до 0,33 % для эталонных комплексов, предназначенных для хранения и передачи единицы кинематической вязкости жидкости в интервале температуры от минус 40 °С до 150 °С в диапазоне значений от $4,0 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2/\text{с}$ до $1,0 \cdot 10^{-1} \text{ м}^2/\text{с}$;

0,5 % для эталонных поточных преобразователей вязкости серии Master и установок для поверки поточных вискозиметров, а также стендов для поверки средств измерений вязкости в диапазоне значений от $0,5 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$ до $1,0 \cdot 10^{-1} \text{ Па} \cdot \text{с}$.

5.1.4 Рабочие эталоны 1-го разряда применяют для передачи единиц динамической и кинематической вязкости жидкости:

- рабочим эталонам 2-го разряда (стандартным образцам вязкости жидкости (градуировочным жидкостям), аттестуемым в интервале температуры от минус 40 °С до 150 °С) методом прямых измерений;

- рабочим эталонам 2-го разряда (вискозиметрам Штабингера SVM 3000 в интервале температуры от минус 40 °С до 100 °С) методом сличения при помощи компаратора;
- средствам измерений (капиллярным вискозиметрам) методом сличения при помощи компаратора;
- средствам измерений (преобразователям плотности и вязкости, вискозиметрам поточным) методом непосредственного сличения.

5.2 Рабочие эталоны, заимствованные из других поверочных схем

5.2.1 В качестве заимствованных рабочих эталонов применяют:

- установки гидростатического взвешивания, пикнометры, ареометры, плотномеры автоматические лабораторные, анализаторы плотности жидкостей в диапазоне значений плотности жидкости от 650 кг/м³ до 3000 кг/м³ и в интервале температуры от минус 40 °С до 150 °С;
- установки пикнометрические, плотномеры автоматические поточные, анализаторы плотности жидкостей поточные в диапазоне значений плотности жидкости от 450 кг/м³ до 3000 кг/м³;
- плотномеры автоматические лабораторные, анализаторы плотности жидкостей в диапазоне значений плотности жидкости от 650 кг/м³ до 3000 кг/м³ и в интервале давления от 0,1 МПа до 4,0 МПа.

5.2.2 Пределы допускаемой абсолютной погрешности (Δ_0) заимствованных рабочих эталонов при доверительной вероятности $P=0,95$ составляют

от 0,01 кг/м³ до 0,05 кг/м³ для установок гидростатического взвешивания, пикнометров, ареометров, плотномеров автоматических лабораторных, анализаторов плотности жидкостей в диапазоне значений плотности жидкости от 650 кг/м³ до 3000 кг/м³ и в интервале температуры от минус 40 °С до 150 °С;

от 0,01 кг/м³ до 0,10 кг/м³ для установок пикнометрических, плотномеров автоматических поточных, анализаторов плотности жидкостей поточных в диапазоне значений плотности жидкости от 450 кг/м³ до 3000 кг/м³;

от 0,01 кг/м³ до 0,15 кг/м³ для плотномеров автоматических лабораторных, анализаторов плотности жидкостей в диапазоне значений плотности жидкости от 650 кг/м³ до 3000 кг/м³ и в интервале давления от 0,1 МПа до 4,0 МПа.

5.2.3 Заимствованные рабочие эталоны применяют для передачи размера единиц динамической и кинематической вязкости:

- рабочим эталонам 2-го разряда (стандартным образцам вязкости жидкости (градуировочным жидкостям), аттестуемым в интервале температуры от минус 40 °С до 150 °С) методом косвенных измерений;

- рабочим эталонам 2-го разряда (вискозиметрам Штабингера SVM 3000 в интервале температуры от минус 40 °С до 100 °С) методом косвенных измерений;
- рабочим эталонам 2-го разряда (стандартным образцам вязкости жидкости (градуировочным жидкостям), аттестуемым в интервале давления от 0,1 МПа до 4,0 МПа методом косвенных измерений;
- средствам измерений (преобразователям плотности и вязкости, вискозиметрам поточным) методом непосредственного сличения.

5.3 Рабочие эталоны 2-го разряда

5.3.1 В качестве рабочих эталонов 2-го разряда применяют:

- стандартные образцы вязкости жидкости (градуировочные жидкости) в диапазоне аттестованных значений от $4,0 \cdot 10^{-7}$ м²/с до $1,0 \cdot 10^{-1}$ м²/с для кинематической вязкости и от $0,4 \cdot 10^{-3}$ Па·с до $1,0 \cdot 10^2$ Па·с для динамической вязкости в интервале температуры от минус 40 °С до 150 °С и интервале давления от 0,1 МПа до 4,0 МПа;
- вискозиметры Штабингера SVM 3000 в диапазоне значений от $2,0 \cdot 10^{-7}$ м²/с до $0,4 \cdot 10^{-1}$ м²/с для кинематической вязкости и от $0,2 \cdot 10^{-3}$ Па·с до $0,4 \cdot 10^2$ Па·с для динамической вязкости в интервале температуры от минус 40 °С до 100 °С.

5.3.2 Пределы допускаемой относительной погрешности (δ_o) рабочих эталонов 2-го разряда при доверительной вероятности $P=0,95$ составляют

от 0,2 % до 0,4 % для стандартных образцов вязкости жидкости (градуировочных жидкостей) в диапазоне аттестованных значений от $4,0 \cdot 10^{-7}$ м²/с до $0,6 \cdot 10^{-1}$ м²/с для кинематической вязкости и от $0,4 \cdot 10^{-3}$ Па·с до $0,6 \cdot 10^2$ Па·с для динамической вязкости в интервале температуры от минус 40 °С до 0 °С;

от 0,20 % до 0,35 % для стандартных образцов вязкости жидкости (градуировочных жидкостей) в диапазоне аттестованных значений от $4,0 \cdot 10^{-7}$ м²/с до $1,0 \cdot 10^{-1}$ м²/с для кинематической вязкости и от $0,4 \cdot 10^{-3}$ Па·с до $1,0 \cdot 10^2$ Па·с для динамической вязкости в интервале температуры от 0 °С до 150 °С;

от 0,5 % до 2,0 % для стандартных образцов вязкости жидкости (градуировочных жидкостей) в диапазоне аттестованных значений от $1,0 \cdot 10^{-6}$ м²/с до $0,3 \cdot 10^{-3}$ м²/с для кинематической вязкости и от $1,0 \cdot 10^{-3}$ Па·с до $30,0 \cdot 10^{-2}$ Па·с для динамической вязкости в интервале давлений от 0,1 МПа до 4,0 МПа;

от 0,35 % до 2,00 % для вискозиметров Штабингера SVM 3000 в диапазоне значений от $2,0 \cdot 10^{-7}$ м²/с до $0,4 \cdot 10^{-1}$ м²/с для кинематической вязкости и от $0,2 \cdot 10^{-3}$ Па·с до $0,4 \cdot 10^2$ Па·с для динамической вязкости в интервале температуры от минус 40 °С до 100 °С.

5.3.3 Рабочие эталоны 2-го разряда применяют для поверки и калибровки средств измерений вязкости жидкостей методом прямых измерений.

6 Средства измерений

6.1 В качестве средств измерений применяют:

- капиллярные, ротационные, колебательные, вибрационные, условные вискозиметры, вискозиметры с падающим шаром, вискозиметры Гепплера, вискозиметры Штабингера SVM 3000, реометры, имитаторы холодной прокрутки двигателя, минироторные вискозиметры, анализаторы вязкости, установки для измерения вязкости, системы измерения вязкости;
- преобразователи плотности и вязкости поточные, поточные вискозиметры с падающим шаром, поточные ротационные и колебательные вискозиметры;
- реометры, автоматические измерители вязкости, капиллярные и ротационные вискозиметры, измеряющие вязкость при повышенном давлении;
- и другие средства измерений вязкости.

6.2 Пределы допускаемой относительной погрешности (δ_o) средств измерений вязкости при доверительной вероятности $P=0,95$ составляют от 0,35 % до 10 %.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

**Чертёж Государственной поверочной схемы
для средств измерений вязкости жидкостей**

