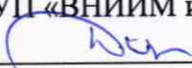


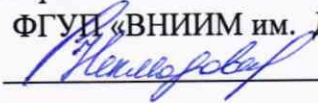
**Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева»
(ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»)**

УТВЕРЖДАЮ
И.о. генерального директора
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»
 **А.Н. Пронин**
2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Комплекс эталонный
ЭК КВ1
Методика поверки
МП 2302-0142-2021

Руководитель
научно-исследовательской лаборатории
госэталонов в области измерений плотности и вязкости жидкости
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»
 **А.А. Демьянов**

Заместитель руководителя
научно-исследовательской лаборатории
госэталонов в области измерений плотности и вязкости жидкости
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»
 **А.А. Неклюдова**

г. Санкт-Петербург
2021 г.

1. Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на комплекс эталонный ЭК КВ1, предназначенный для хранения и передачи единицы кинематической вязкости жидкости, поверки и калибровки вискозиметров различных типов, измерений кинематической вязкости исследуемых жидкостей в лабораторных условиях в диапазоне значений от 0,4 до 100000,0 мм²/с в диапазоне значений температуры от минус 40,00 °С до 150,00 °С (далее – комплекс, ЭК КВ1), соответствующий уровню рабочего эталона 1-го разряда по Государственной поверочной схеме для средств измерений вязкости жидкостей, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 05.11.2019 № 2622, и устанавливает порядок проведения первичной и периодической поверок.

Методикой поверки обеспечивается прослеживаемость ЭК КВ1 к Государственному первичному эталону единицы динамической и кинематической вязкости жидкостей (ГЭТ 17-2018).

Метод, обеспечивающий реализацию методики поверки – сличения при помощи градуировочной жидкости (компаратора).

Поверке подлежит комплекс, прошедший процедуру утверждения типа, на который распространяются сведения об утвержденном типе средства измерений.

Допускается проведение поверки комплекса в части отдельных поддиапазонов измерений кинематической вязкости жидкости и значений температуры в соответствии с указанными в описании типа ЭК КВ1 и заявлении владельца, с обязательным указанием в сведениях о поверке информации об объеме проведенной поверки.

Перечень поддиапазонов измерений кинематической вязкости жидкости, а также поддиапазона значений температуры, приведены в описании типа ЭК КВ1 и руководстве по эксплуатации.

Допускается проведение поверки комплекса в составе средств измерений, непосредственно применяемых для измерений кинематической вязкости жидкости в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений.

Первичную поверку комплекса проводят после утверждения типа. Допускается при поверке использовать положительные результаты испытаний по опробованию методики поверки. При этом сведения о поверке передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений только после утверждения типа комплекса.

Периодическую поверку комплекса проводят в процессе его эксплуатации.

Периодичность поверки комплекса осуществляется в соответствии с установленным при утверждении типа интервалом между поверками (межповерочным интервалом).

Средства измерений из состава комплекса должны быть утвержденных типов и подвергаться поверке в соответствии с установленными для них интервалами между поверками (межповерочными интервалами), установленными при утверждении их типа. Если очередной срок поверки средства измерений наступает до очередного срока поверки комплекса, поверяют только это средство измерений, а поверка комплекса в целом проводится в соответствии с установленным интервалом между поверками.

После ремонта комплекса, если ремонт мог повлиять на его метрологические характеристики, а также после замены термостатических ванн, входящих в состав, проводится первичная поверка. После замены средств измерений утвержденных типов на аналогичные, или после ремонта средств измерений из состава комплекса, допускается проводить поверку только тех средств измерений, которые подверглись ремонту или

замене, а поверка комплекса в целом проводится в соответствии с установленным интервалом между поверками.

Состав комплекса эталонного ЭК КВ1 приведен в документе РУЦС.414117.001РЭ «Комплекс эталонный ЭК КВ1. Руководство по эксплуатации» и в описании.

Во всех указанных случаях оформляется технический акт о внесенных изменениях, который должен быть подписан руководителем или уполномоченным им лицом и руководителем или представителем метрологической службы Предприятия-владельца комплекса. Технический акт хранится совместно с эксплуатационной документацией комплекса, как неотъемлемая часть комплекта эксплуатационных документов.

Интервал между поверками три года.

2. Перечень операций поверки средства измерений

При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта НД по поверке	Проведение операции при поверке	
		первичной	периодической
Внешний осмотр комплекса	7	да	да
Проверка комплектности и соответствия средств измерений из состава комплекса	8	да	да
Подготовка к поверке и опробование комплекса	9	да	да
Определение нестабильности установления и поддержания температуры и допускаемой относительной погрешности комплекса при измерении кинематической вязкости	10	да	да
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	11	да	да
Оформление результатов поверки	12	да	да

3. Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °C от +18 до +22
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 80
- атмосферное давление, кПа от 84,0 до 106,7

4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки комплекса в установленном порядке допускаются помощники ученого хранителя Государственного первичного эталона единиц динамической и кинематической вязкости жидкости (ГЭТ 17-2018), изучившие настоящую методику поверки, руководства по эксплуатации на эталон, комплекс, средства измерений и вспомогательное оборудование, и имеющие необходимую профессиональную подготовку и стаж работы по данному виду измерений, а также обученные правилам техники безопасности при работе с электроустановками.

5. Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки применяют эталоны, средства измерений, вспомогательное оборудование и материалы, представленные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Наименование эталона / средства измерений	Измеряемая величина	Метрологические характеристики	Номер пункта НД по поверке
1	2	3	4
Государственный первичный эталон единиц динамической и кинематической вязкости жидкости (ГЭТ 17-2018), эталонный комплекс ЭК ГЭТ 17/1-КВИ и/или ЭК ГЭТ 17/2-КВН	кинематическая вязкость, мм ² /с	диапазон измерений от 0,4 до 1,0·10 ⁵ мм ² /с относительная расширенная неопределенность, $k=2$, $P=0,95$, $U_R(v)$, не превышает 2,0·10 ⁻³ относительное среднее квадратическое отклонение результата измерений при 10 независимых измерениях, не превышает 1,5·10 ⁻⁴	
Градуировочные жидкости (компараторы), приготавливаемые в соответствии с требованиями, приведенными в обязательном Приложении А МИ 3630-2021	кинематическая вязкость, мм ² /с	диапазон значений от 0,4 до 100000,0 мм ² /с	
Средства измерений параметров окружающей среды			
Термогигрометр ИВА-6Н-Д, регистрационный номер 49251-12	температура, °С относительная влажность воздуха % атмосферное давление, гПа	диапазон измерений температуры от 0 °С до 60 °С пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры ± 0,1 °С диапазон измерений относительной влажности воздуха от 0 % до 100 % пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений относительной влажности воздуха ± 2 % диапазон измерений атмосферного давления от 700 до 1100 ГПа пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений атмосферного давления ± 2,5 ГПа	
Вспомогательное оборудование и материалы			
Шкаф сушильный СШ-80	ТУ 9452-010-00141798-2005		
Водоструйный насос	ГОСТ 14710-78		
Толуол	МИ 1289-86		
Дистиллированная вода	ГОСТ 6709-72		
Этиловый спирт	ГОСТ 5962-2013 или ГОСТ Р 55878-2013		
Уайт-спирит (нефрас С4-155/200)	ГОСТ 3134-78		
Поваренная соль	ГОСТ 13830-97		
Хлористый кальций	ГОСТ 450-77		

1. Допускается применение других средств поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими требуемую точность передачи единицы величины поверяемому средству измерений.

2. ГЭТ 17-2018 должен быть аттестован в порядке, установленном в эксплуатационной документации на него, и с периодичностью в соответствии с межаттестационным интервалом, утвержденным приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29.12.2018 № 2843.

3. Все средства измерений, применяемые при поверке, должны быть утвержденного типа, а также иметь действующие свидетельства о поверке.

6. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, установленные ГОСТ 12.2.007.0-75, «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок», а также требования безопасности, указанные в эксплуатационной документации на ЭК КВ1 и применяемые средства поверки.

7. Внешний осмотр

7.1 Проверяют целостность корпусов, отсутствие видимых повреждений на составных частях комплекса термостатических ванн и средствах измерений из состава комплекса), а также отсутствие течи соединительных шлангов.

7.2 Визуально проверяют наличие нанесенного на первый футляр для хранения вискозиметров стеклянных капиллярных эталонных наименования комплекса – Комплекс эталонный ЭК КВ1, заводской номер ВНИИМ1, год изготовления 2021 г., а также в документе РУЦС.414117.001РЭ «Комплекс эталонный ЭК КВ1. Руководство по эксплуатации».

7.3 В случае выявления несоответствий по пункту 7.1 или 7.2 поверку комплекса приостанавливают до устранения выявленных несоответствий. В случае невозможности устранения выявленных несоответствий комплекса признают непригодным для применения.

8. Проверка состава и комплектности, а также соответствия средств измерений из состава комплекса

8.1 Проверяют правильность расположения, монтажа и подключения средств измерений и термостатических ванн из состава комплекса на соответствие требованиям их эксплуатационной документации.

8.2 Проверяют состав и комплектность ЭК КВ1, а также соответствие типов и заводских номеров фактически используемых средств измерений типам, указанным в описании типа и эксплуатационной документации.

8.3 Проверяют наличие сведений о поверке и срока действия поверки средств измерений из состава комплекса в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений. При выявлении истекшего срока действия поверки средств измерений из состава комплекса дальнейшие операции по поверке комплекса приостанавливаются до получения положительных результатов поверки этих средств измерений, т.е. сведений об их поверке в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений. Средства измерений из состава комплекса поверяют в соответствии с методиками поверки, установленными при утверждении их типа.

8.4 В случае выявления несоответствий по пунктам 8.1 – 8.3 поверку комплекса приостанавливают до устранения выявленных несоответствий. В случае невозможности устранения выявленных несоответствий комплекс признают непригодным для применения.

9. Подготовка к поверке и опробование средства измерений

9.1 Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные работы:

- проводят технические и организационные мероприятия по обеспечению безопасности поверочных работ в соответствии с действующими правилами и эксплуатационной документацией применяемого оборудования;
- средства поверки выдерживают в условиях и в течение времени, установленных в эксплуатационной документации.

9.2 Для проведения поверки готовят следующую документацию:

- комплект эксплуатационной документации на эталонный комплекс ЭК ГЭТ 17/1-КВИ и/или ЭК ГЭТ 17/2-КВН из состава ГЭТ 17-2018;
- комплект эксплуатационных документов на поверяемый комплекс, включая описание типа, руководство по эксплуатации и технические акты о внесенных в комплекс изменениях (при наличии);
- сведения о поверке средств измерений из состава комплекса и сведения о предыдущей поверке с протоколом поверки комплекса (при периодической и внеочередной поверке);
- рабочие журналы комплекса с данными по климатическим и иным условиям эксплуатации за межповерочный интервал (только при периодической поверке);
- настоящую методику поверки.

9.3 Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные операции

9.3.1 Промывка и сушка вискозиметров стеклянных капиллярных эталонных (далее – вискозиметров) из состава комплекса

9.3.1.1 Вискозиметры, не загрязненные нефтепродуктами, промывают горячей водой, заливают не менее чем на два часа толуолом.

9.3.1.2 Удаляют толуол из вискозиметров, промывают нефрасом, а затем многократно горячей водой, далее дистиллированной водой и сушат в сушильном шкафу при температуре не более 100 °С.

9.3.1.3 Вискозиметры, загрязненные нефтепродуктами, сначала тщательно промывают нефрасом или другим подходящим растворителем, затем горячей водой до удаления запаха нефраса и заполняют толуолом не менее, чем на шесть часов. Последующую промывку и сушку выполняют как указано в пункте 9.3.1.2.

9.3.2 Опробование средств измерений и термостатических ванн из состава комплекса проводят визуально.

9.3.2.1 Подключают термостатические ванны и средства измерений к сети питания в соответствии с требованиями их эксплуатационной документации.

9.3.2.2 Проверяют герметичность термостатических ванн, на которых не должно быть протечек термостатирующей жидкости (теплоносителя).

9.3.2.3 Проверяют правильность функционирования средств измерений из состава комплекса в соответствии с требованиями эксплуатационной документации на них.

9.3.2.4 Опробование вискозиметров считают положительным, если при их промывке не наблюдают течи.

9.3.2.5 Результаты опробования считают положительными, если нарушений не обнаружено.

10. Определение нестабильности установления и поддержания температуры и допускаемой относительной погрешности комплекса при измерении кинематической вязкости

10.1 Комплекс эталонный ЭК КВ1, предназначенный для хранения и передачи единицы кинематической вязкости жидкости, а также измерений кинематической вязкости

жидкостей в диапазоне значений от 0,4 до 100000,0 мм²/с и диапазоне значений температуры от минус 40,00 °С до 150,00 °С, применяют в качестве рабочего эталона 1-го разряда, согласно Государственной поверочной схеме для средств измерений вязкости жидкостей, утвержденной приказом Росстандарта от 05.11.2019 № 2622, при условии соответствия его метрологических характеристик.

10.2 Границы допускаемой относительной погрешности измерений кинематической вязкости жидкостей комплексом определяют расчетным методом с учетом влияния входных величин – погрешностей средств измерений из состава комплекса и установленных в эксплуатационной документации, в том числе в описании типа.

10.3 Критериями для обеспечения получения результата измерений кинематической вязкости с допускаемой относительной погрешностью измерений кинематической вязкости, при доверительной вероятности 0,95, не более

- в поддиапазоне значений температуры св. минус 25,00 °С до 100,00 °С включ.

в поддиапазонах значений кинематической вязкости

от 0,4 до 1000,0 мм²/с включ.

$\pm 1,5 \cdot 10^{-3}$

св. 1000,0 до 20000,0 мм²/с включ.

$\pm 2,0 \cdot 10^{-3}$

св. 20000,0 до 100000,0 мм²/с

$\pm 2,5 \cdot 10^{-3}$

- в поддиапазонах значений температуры

от минус 40,00 °С до минус 25,00 °С включ. и св. 100 °С до 150 °С

в поддиапазонах значений кинематической вязкости

от 0,4 до 1000,0 мм²/с включ.

$\pm 2,0 \cdot 10^{-3}$

св. 1000,0 до 20000,0 мм²/с включ.

$\pm 2,5 \cdot 10^{-3}$

св. 20000,0 до 100000,0 мм²/с

$\pm 3,0 \cdot 10^{-3}$

являются:

– соответствие состава комплекса требованиям к составу и комплектности, установленным в описании типа и руководстве по эксплуатации;

– соответствие метрологических характеристик средств измерений из состава комплекса требованиям соответствующих описаний типа на средства измерений и соответствующих эксплуатационных документов на термостатические ванны;

– выполнение оператором требований руководства по эксплуатации на комплекс при проведении измерений.

10.4 Определение нестабильности установления и поддержания температуры проводят экспериментально.

10.4.1 Для этого проводят установку и подключение термостатических ванн, а также термометров ПОИНТ и преобразователя температуры МИТ 8.15 в соответствии с требованиями их эксплуатационной документации.

10.4.2. Затем устанавливают на задающих устройствах термостатических ванн значения температуры:

– для термостатической ванны TV7000 Mk. II – 20,00 °С;

– для термостатической ванны TV7000 Mk. II LT – минус 40,00 °С,

и включают термостатирование. С момента достижения установившегося значения температуры термостатирующей жидкости (теплоносителя), установленного на задающем устройстве, выдерживают термостатические ванны при включенном термостатировании не менее двух часов.

10.4.3 По завершении термостатирования фиксируют в протоколе поверки показания температуры термостатирующей жидкости (теплоносителя) с интервалом 15 минут четыре раза в течение часа по данным преобразователя температуры МИТ 8.15

и термометров ПОИНТ, установленных на штатное место.

10.4.4 Далее устанавливают на задающих устройствах термостатических ванн значения температуры:

- для термостатической ванны TV7000 Mk.II – 150,00 °C;
- для термостатической ванны TV7000 Mk.II LT – минус 25,00 °C,

и включают термостатирование. С момента достижения установившегося значения температуры термостатирующей жидкости (теплоносителя), установленного на задающем устройстве, выдерживают термостатические ванны при включенном термостатировании не менее двух часов.

10.4.5 По завершении термостатирования фиксируют в протоколе поверки показания температуры термостатирующей жидкости (теплоносителя) с интервалом 15 минут четыре раза в течение часа по данным преобразователя температуры МИТ 8.15 и термометров ПОИНТ, установленных на штатное место.

10.4.6 При проведении поверки комплекса в части отдельных диапазонов значений температуры и/или в составе средств измерений, непосредственно применяемых для измерений кинематической вязкости жидкости (в сокращенных диапазонах значений температуры) в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, в соответствии с заявлением владельца комплекса, с обязательным указанием в сведениях о поверке информации об объеме проведенной поверки, допускается определение нестабильности установления и поддержания температуры в точках, которые соответствуют диапазону значений температуры применяемых в составе комплекса средств измерений.

10.4.7 Результаты поверки по пункту 10.4 считают положительными, если нестабильность установившегося значения температуры в течение часа не превышает:

- для термостатической ванны TV7000 Mk.II – $\pm 0,01$ °C в диапазоне значений от 20,00 °C до 100,00 °C включ. и $\pm 0,05$ °C в диапазоне значений св. 100 °C до 150,00 °C;
- для термостатической ванны TV7000 Mk.II LT – $\pm 0,02$ °C в диапазоне значений от минус 40,00 °C до минус 25,00 °C включ. и $\pm 0,01$ °C в диапазоне значений св. минус 25,00 °C до 20,00 °C.

10.5 Определение доверительной относительной погрешности измерений кинематической вязкости

10.5.1 Перед непосредственным определением доверительной относительной погрешности измерений кинематической вязкости выполняют следующие подготовительные операции – приготавливают градуировочные жидкости (компараторы) в соответствии с обязательным Приложением А.1 МИ 3630-2021.

10.5.2 Для проведения поверки приготавливают градуировочные жидкости (компараторы) в соответствии с таблицей 3.

Таблица 3 – Градуировочные жидкости (компараторы), необходимые для проведения поверки

Индекс	Интервал значений кинематической вязкости градуировочной жидкости (компаратора), мм ² /с	Температура измерений вязкости градуировочной жидкости (компаратора), °C
«РЭВ-ВНИИМ-200»	29000 – 40000	-40,00
«РЭВ-5»	4,0 – 6,0	20,00
«РЭВ-100000»	80000 – 100000	20,00
«РЭВ-100000»	270 – 380	100,00
«РЭВ-ВНИИМ-60000»	50 – 75	150,00

10.5.2.1 При проведении поверки комплекса допускается применение других градуировочных жидкостей (компараторов), приготовленных в соответствии

с обязательным Приложением А.1 МИ 3630-2021, значения кинематической вязкости которых соответствуют диапазону применяемых в составе комплекса средств измерений.

10.5.2.2 При проведении поверки комплекса в части отдельных диапазонов измерений кинематической вязкости жидкости и/или в составе средств измерений, непосредственно применяемых для измерений кинематической вязкости жидкости в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, в соответствии с заявлением владельца комплекса, с обязательным указанием в сведениях о поверке информации об объеме проведенной поверки, допускается применение других градуировочных жидкостей (компараторов), приготовленных в соответствии с обязательным Приложением А.1 МИ 3630-2021, значения кинематической вязкости которых соответствуют диапазону применяемых в составе комплекса средств измерений.

10.5.3 При определении доверительной относительной погрешности измерений кинематической вязкости, проводят сличения комплекса при помощи градуировочной жидкости (компаратора) с эталонными комплексами из состава Государственного первичного эталона единиц динамической и кинематической вязкости жидкости ГЭТ 17-2018:

- ЭК ГЭТ 17-1/КВИ в диапазоне значений температуры от 20,00 °С до 40,00 °С;
- ЭК ГЭТ 17/2-КВН в диапазоне значений температуры от минус 40,00 °С до 20,00 °С и от 40,00 °С до 150,00 °С.

10.5.4 Вязкость каждой градуировочной жидкости (компаратора) определяют с помощью двух или трех вискозиметров, входящих в состав ЭК ГЭТ 17/1-КВИ или ЭК ГЭТ 17/2-КВИ до начала проведения измерений кинематической вязкости данных градуировочных жидкостей (компараторов) на комплексе, представленном в поверку. Измерения кинематической вязкости градуировочных жидкостей (компараторов) на ЭК ГЭТ 17/1-КВИ или ЭК ГЭТ 17/2-КВИ проводят в соответствии с требованиями их эксплуатационной документации.

10.5.5 Измерения кинематической вязкости каждой градуировочной жидкости (компаратора) на комплексе, представленном в поверку, проводят с применением двух вискозиметров (одной группы или смежных групп) в следующей последовательности:

заполняют градуировочной жидкостью (компаратором) вискозиметры из состава комплекса, представленного в поверку. Вискозиметры выбирают таким образом, чтобы время истечения градуировочных жидкостей (компараторов) находилось в пределах от 200 до 2000 с;

вискозиметры заполняют через широкую трубку так, чтобы уровень градуировочной жидкости (компаратора) находился между метками на расширенной части широкого колена. Затем надевают на концы двух других трубок хлорвиниловые (или другие эластичные) трубки, отводные трубки снабжают двухходовыми кранами;

перед каждым заполнением градуировочной жидкостью (компаратором) вискозиметры промывают и сушат, как указано в п. 9.3;

вискозиметры, заполненные градуировочной жидкостью (компаратором), устанавливают в термостатическую ванну так, чтобы капилляр был строго вертикальным. Вертикальность проверяют по отвесу в двух взаимно перпендикулярных плоскостях;

уровень термостатирующей жидкости в термостатической ванне должен быть выше вспомогательного резервуара вискозиметра примерно на (15 – 20) мм, уровень проверяют визуально;

вискозиметры, заполненные градуировочной жидкостью (компаратором), установленные в термостатическую ванну, выдерживают при температуре измерений не менее 30 минут;

установившееся значение температуры в рабочем объеме термостатической ванны контролируют термометром из состава комплекса;

закрыв кран на трубке вискозиметра, другую трубку соединяют с водоструйным насосом (или другим вакуумным приспособлением) и поднимают градуировочную жидкость (компаратор) выше верхней метки, следят за тем, чтобы не образовывалось пузырьков воздуха, разрывов и пленок. Отсоединяют водоструйный насос и открывают кран на трубке вискозиметра, при этом должен образоваться «висячий уровень»;

с помощью секундомера электронного измеряют время истечения градуировочной жидкости (компаратора) между метками на измерительном резервуаре вискозиметра с точностью до 0,01 с;

отсчет времени истечения начинают в момент прохождения нижним краем мениска градуировочной жидкости (компаратора) верхней метки, нанесенной на измерительный резервуар вискозиметра, и заканчивают, когда нижний край мениска градуировочной жидкости (компаратора) достигает нижней метки;

при измерениях следят за тем, чтобы не было пузырьков воздуха, разрывов потока градуировочной жидкости (компаратора). При их появлении, измерения повторяют. Число измерений времени истечения на каждом вискозиметре должно быть не менее десяти для каждой градуировочной жидкости (компаратора);

для образования «висячего уровня» в вискозиметре, заполненном градуировочной жидкостью (компаратором) с номинальным значением кинематической вязкости более 5000 мм²/с, сначала открывают кран на отводной трубке, а затем отсоединяют водоструйный насос.

10.5.6 За действительное значение времени истечения градуировочной жидкости (компаратора) принимают среднее арифметическое измеренных значений. Если действительное значение времени истечения градуировочной жидкости (компаратора) отличается более чем на 0,1 % от каждого измеренного значения, измерения повторяют.

10.5.7 Измеренные значения времени истечения градуировочной жидкости (компаратора) через капилляр вискозиметра из состава комплекса фиксируют в протоколе поверки.

10.5.8 Расчет допускаемой относительной погрешности измерений кинематической вязкости градуировочной жидкости (компаратора) на комплексе, представленном в поверку

10.5.8.1 Значение кинематической вязкости i -ой градуировочной жидкости (компаратора), полученное на j -ом вискозиметре из состава комплекса, рассчитывают по формуле

$$v_{i,j} = C_j \cdot \bar{\tau}_{i,j} - \frac{B_j}{\bar{\tau}_{i,j}} \quad (1)$$

где C_j – значение j -ой постоянной вискозиметра из состава комплекса, мм²/с²;

$\bar{\tau}_{i,j}$ – среднее арифметическое измеренное значение времени истечения i -ой градуировочной жидкости (компаратора) через капилляр j -го вискозиметра из состава комплекса, представленного в поверку, с;

B_j – значение j -ой постоянной вискозиметра из состава комплекса, обусловленной потерей жидкостью кинетической энергии, мм².

10.5.8.2 Среднее арифметическое значение кинематической вязкости i -ой градуировочной жидкости (компаратора), полученное на комплексе, представленном в поверку, рассчитывают по формуле

$$\bar{v}_i = \frac{v_{i,j} + v_{i+1,j}}{2} \quad (2)$$

где $v_{i,j}$ и $v_{i+1,j}$ – значения кинематической вязкости i -ой градуировочной жидкости (компаратора), полученные на двух вискозиметрах (i -ом и $i+1$ -ом) одной группы (или смежных групп) из состава комплекса, представленного в поверку, мм²/с;

Значение кинематической вязкости градуировочной жидкости (компаратора) округляют до пяти значащих цифр.

Относительное отклонение кинематической вязкости градуировочной жидкости (компаратора) от среднего арифметического измеренного значения на ЭК ГЭТ 17/1-КВИ или ЭК ГЭТ 17/2-КВН из состава ГЭТ 17-2018, рассчитывают по формуле

$$\delta(\bar{\nu}_i) = \frac{\bar{\nu}_i - \bar{\nu}_{i_3}}{\bar{\nu}_{i_3}} \cdot 100 \%, \quad (3)$$

где $\bar{\nu}_i$ – среднее арифметическое измеренное значение кинематической вязкости i -ой градуировочной жидкости (компаратора), полученное на вискозиметрах из состава комплекса, представленного в поверку, $\text{мм}^2/\text{с}^2$;

$\bar{\nu}_{i_3}$ – среднее арифметическое измеренное значение кинематической вязкости i -ой градуировочной жидкости (компаратора), полученное на вискозиметрах из состава ЭК ГЭТ 17/1-КВИ или ЭК ГЭТ 17/2-КВН из состава ГЭТ 17-2018, $\text{мм}^2/\text{с}^2$.

Относительное отклонение измеренного значения кинематической вязкости градуировочной жидкости (компаратора) на комплексе, представленном в поверку, от среднего арифметического измеренного значения на ЭК ГЭТ 17/1-КВИ или ЭК ГЭТ 17/2-КВН из состава ГЭТ 17-2018, не должно превышать заявленных границ допускаемой относительной погрешности измерений кинематической вязкости.

Значение относительного отклонения полученного значения кинематической вязкости фиксируют в протоколе поверки.

10.5.8.3 Допускаемую относительную погрешность измерений кинематической вязкости i -ой градуировочной жидкости (компаратора) на комплексе, представленном в поверку, рассчитывают (с учетом максимальных значений погрешностей влияющих величин) по формуле

$$\delta(\bar{\nu}_i) = K \cdot S(\Sigma), \quad (4)$$

где K – коэффициент, зависящий от соотношения случайной составляющей погрешности и неисключенной систематической погрешности;

$S(\Sigma)$ – относительное суммарное среднее квадратическое отклонение оценки кинематической вязкости, полученной на комплексе, представленном в поверку.

Относительное суммарное среднее квадратическое отклонение оценки кинематической вязкости, полученной на комплексе, представленном в поверку, рассчитывают по формуле

$$S(\Sigma) = \sqrt{S(\Theta)^2 + S(\bar{\nu}_i)^2}, \quad (5)$$

где $S(\Theta)$ – относительное среднее квадратическое отклонение неисключенной систематической погрешности оценки кинематической вязкости, полученной на комплексе, представленном в поверку;

$S(\bar{\nu}_i)$ – относительное среднее квадратическое отклонение среднего арифметического (оценки кинематической вязкости, полученной на комплексе, представленном в поверку).

Относительное среднее квадратическое отклонение неисключенной систематической погрешности оценки кинематической вязкости, полученной на комплексе, представленном в поверку, рассчитывают по формуле

$$S(\Theta) = \frac{\Theta_{\Sigma}(P)}{k\sqrt{3}}, \quad (6)$$

где $\Theta_{\Sigma}(P)$ – границы относительной неисключенной систематической погрешности;

k – коэффициент, определяемый принятой доверительной вероятностью (P), числом составляющих неисключенной систематической погрешности и их соотношением между собой.

Границы относительной неисключенной систематической погрешности рассчитывают по формуле

$$\Theta_{\Sigma}(P) = \pm k \cdot \frac{1}{\bar{\nu}_i} \cdot \sqrt{\left(\frac{\partial \nu}{\partial c} \cdot \Theta(C_{max})\right)^2 + \left(\frac{\partial \nu}{\partial B} \cdot \Theta(B_{max})\right)^2 + \left(\frac{\partial \nu}{\partial \bar{t}} \cdot \Theta(\bar{t}_{max})\right)^2 + \left(\frac{\partial \nu}{\partial T} \cdot \Theta(T)\right)^2}, \quad (7)$$

где $\frac{\partial v}{\partial v}, \frac{\partial v}{\partial B}, \frac{\partial v}{\partial \tau}, \frac{\partial v}{\partial T}$ – коэффициенты влияния;

$\Theta(C_{max})$ – максимальная неисключенная систематическая погрешность постоянной C вискозиметра из состава комплекса, представленного в поверку, из примененных при измерениях кинематической вязкости i -ой градуировочной жидкости (компаратора), $\text{мм}^2/\text{с}^2$;

$\Theta(B_{max})$ – максимальная неисключенная систематическая погрешность определения постоянной B вискозиметра из состава комплекса, представленного в поверку, из примененных при измерениях кинематической вязкости i -ой градуировочной жидкости (компаратора), мм^2 ;

$\Theta(\bar{\tau})$ – максимальная неисключенная систематическая погрешность измерений времени истечения с применением секундомера, из полученных при измерениях кинематической вязкости i -ой градуировочной жидкости (компаратора), с;

$\Theta(T)$ – неисключенная систематическая погрешность, обусловленная температурным влиянием на кинематическую вязкость i -ой градуировочной жидкости (компаратора).

Относительное среднее квадратическое отклонение среднего арифметического (оценки кинематической вязкости i -ой градуировочной жидкости (компаратора), полученной на комплексе, представленном в поверку) рассчитывают по формуле

$$S(\bar{v}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (v_i - \bar{v}_i)^2}{n(n-1)}} / \bar{v}_i, \quad (8)$$

где v_i – i -ое измеренное значение кинематической вязкости i -ой градуировочной жидкости (компаратора) на комплексе, представленном в поверку, $\text{мм}^2/\text{с}$;

$\bar{v}_i$ – среднее арифметическое измеренное значение кинематической вязкости i -ой градуировочной жидкости (компаратора) на комплексе, представленном в поверку, $\text{мм}^2/\text{с}$;

n – число измерений.

Доверительные границы относительной случайной погрешности оценки кинематической вязкости, полученной на комплексе, представленном в поверку (без учета знака), рассчитывают по формуле

$$\varepsilon = t \cdot S(\bar{v}), \quad (9)$$

где t – коэффициент Стьюдента, который при доверительной вероятности $P=0,95$ и числе измерений $n=10$ равен 2,262.

Коэффициент (K) для подстановки в формулу (4) рассчитывают по формуле

$$K = \frac{\varepsilon + \Theta_{\Sigma}(P)}{S(\bar{v}) + S(\Theta)}. \quad (10)$$

10.5.9 Результаты поверки признают положительными, если значения полученной допускаемой относительной погрешности измерений кинематической вязкости каждой градуировочной жидкости (компаратора) на комплексе, представленном в поверку, рассчитанные с учетом максимальных значений погрешностей влияющих величин, не превышают значений, указанных в пункте 6.1 Государственной поверочной схемы для средств измерений вязкости жидкостей, утвержденной приказом Росстандарта от 05.11.2019 № 2622, в руководстве по эксплуатации и описании типа на комплекс, представленный в поверку.

10.5.10 Значения полученной допускаемой относительной погрешности измерений кинематической вязкости каждой градуировочной жидкости (компаратора) на комплексе, представленном в поверку, рассчитанное с учетом максимальных значений погрешностей влияющих величин, фиксируют в протоколе поверки.

10.5.11 В случае, если значение полученной допускаемой относительной погрешности измерений кинематической вязкости хотя бы одной градуировочной

жидкости (компаратора) на комплексе, представленном в поверку, рассчитанное с учетом максимальных значений погрешностей влияющих величин, превышает значения, указанные в пункте 6.1 Государственной поверочной схемы для средств измерений вязкости жидкостей, утвержденной приказом Росстандарта от 05.11.2019 № 2622, в руководстве по эксплуатации и описании типа на комплекс, то операции поверки по пункту 10.5 повторяют для данной градуировочной жидкости (компаратора) и тех же вискозиметров из состава комплекса, представленного в поверку. Если при проведении повторных измерений вновь получают отрицательные результаты для данной градуировочной жидкости (компаратора) и тех же вискозиметров из состава комплекса, представленного в поверку, то данные вискозиметры исключают из состава комплекса, путем оформления технического акта о внесенных изменениях, который должен быть подписан руководителем или уполномоченным им лицом и руководителем или представителем метрологической службы Предприятия-владельца комплекса. Технический акт хранится совместно с эксплуатационной документацией комплекса, как неотъемлемая часть комплекта эксплуатационных документов.

10.5.12 Полученные значения допускаемой относительной погрешности измерений кинематической вязкости каждой градуировочной жидкости (компаратора) на комплексе, представленном в поверку, рассчитанные с учетом максимальных значений погрешностей влияющих величин, фиксируют в протоколе поверки.

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Для подтверждения соответствия метрологических характеристик комплекса эталонного ЭК КВ1 обязательным метрологическим требованиям используют значения допускаемой относительной погрешности измерений кинематической вязкости, рассчитанные в соответствии с пунктом 10.5.8.3 настоящей методики.

11.2 Алгоритм принятия решения о соответствии метрологических характеристик комплекса эталонного ЭК КВ1 обязательным метрологическим требованиям:

11.2.1 Метрологические характеристики должны соответствовать требованиям, предъявляемым к рабочим эталонам 1-го разряда, согласно пункту 6.1 Государственной поверочной схемы для средств измерений вязкости жидкостей, утвержденной приказом Росстандарта от 05.11.2019 № 2622.

11.2.2 Если значения допускаемой относительной погрешности измерений кинематической вязкости, рассчитанные в соответствии с пунктом 10.5.8.3 настоящей методики, удовлетворяют требованиям пункта 11.2.1, выполнены требования пунктов 7 – 10 настоящей методики, то принимают решение о соответствии комплекса эталонного ЭК КВ1 обязательным метрологическим требованиям.

11.2.3 Если хотя бы одно значение допускаемой относительной погрешности измерений кинематической вязкости, рассчитанное в соответствии с пунктом 10.5.8.3 настоящей методики, не удовлетворяет требованиям пункта 11.2.1, и/или не выполнены требования хотя бы одного из пунктов 7 – 10 настоящей методики, то принимают решение о несоответствии комплекса эталонного ЭК КВ1 обязательным метрологическим требованиям.

12 Оформление результатов поверки

12.1 На основании положительных результатов подтверждения соответствия по пунктам разделов 7 – 11 сведения о результатах поверки в целях подтверждения соответствия комплекса передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений и, при наличии запроса от лица, предоставившего комплекс в поверку, оформляют свидетельство о поверке по форме и содержанию, удовлетворяющее требованиям Приказа Министерства промышленности и торговли Российской Федерации

от 31.07.2020 № 2510. Знак поверки наносят на свидетельство о поверке, путем оттиска поверительного клейма (при его оформлении).

12.2 В случае, если установлено несоответствие поверяемого комплекса по какому-либо из пунктов разделов 7 – 11, то комплекс считают непригодным для применения. Сведения о результатах поверки в целях подтверждения поверки передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений, при наличии запроса от лица, предоставившего комплекс в поверку, оформляют извещение о непригодности по форме и содержанию, удовлетворяющее требованиям Приказа Министерства промышленности и торговли Российской Федерации от 31.07.2020 № 2510, с указанием причин непригодности.

12.3 В ходе поверки оформляют протокол поверки, отражающий выполнение процедур по пунктам разделов 7 – 11 и их результаты. Протокол первичной/периодической поверки оформляют по форме, представленной в Приложении А.

Приложение А
(рекомендуемое)

**ФОРМА ПРОТОКОЛА ПОВЕРКИ
КОМПЛЕКСА ЭТАЛОННОГО ЭК КВ1**

Протокол первичной/периодической поверки
комплекса эталонного ЭК КВ1

№ _____ от «__» _____ 20__ года

Наименование средства измерений	
Обозначение	
Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде	
Заводской, серийный, инвентарный или номенклатурный номер	
Год выпуска (если имеется информация)	
Заказчик (наименование и юридический адрес)	

Методика поверки:

Средства поверки:

Наименование	Характеристики

Условия поверки:

Наименование параметра	Требования НД	Измеренные значения
температура окружающего воздуха	от 18 °С до 22 °С	
относительная влажность воздуха	от 30 % до 80 %	
атмосферное давление воздуха	от 84,0 до 106,7 кПа	
температура градуировочной жидкости (компаратора) при проведении поверки, °С		

Результаты поверки:

1. Внешний осмотр

2. Проверка состава и комплектности, а также сведений о поверке средств измерений из состава комплекса

2.1 Состав и комплектность ЭК КВ1 соответствует/ не соответствует.

2.2 Диапазон измерений кинематической вязкости представленного в поверку комплекса составляет _____ мм²/с в диапазоне значений температуры от ____ °С до ____ °С.

2.3 Сведения о поверке средств измерений из состава ЭК КВ1

Наименование средства измерений	Заводской номер	Номер свидетельства о поверке, поверка действительна до

3. Опробование

4. Определение нестабильности установления и поддержания температуры и допускаемой относительной погрешности комплекса при измерении кинематической вязкости

4.1 Нестабильность установившегося значения температуры в течение часа

Термостатическая ванна	Значение температуры, °C	Временной интервал, мин				Соответствует/не соответствует
		15	30	45	60	
		значение нестабильности, °C				
TV7000 Mk.II						
TV7000 Mk.II LT						

Нестабильность установившегося значения температуры в течение часа не превышает/превышает:

- для термостатической ванны TV7000 Mk.II – $\pm 0,01$ °C в диапазоне значений от 20,00 °C до 100,00 °C включ. и $\pm 0,05$ °C в диапазоне значений св. 100 °C до 150,00 °C;
- для термостатической ванны TV7000 Mk.II LT – $\pm 0,02$ °C в диапазоне значений от минус 40,00 °C до минус 25,00 °C включ. и $\pm 0,01$ °C в диапазоне значений св. минус 25,00 °C до 20,00 °C.

4.2 Определение доверительной относительной погрешности измерений кинематической вязкости

Индекс градуировочной жидкости (компаратора)	Температура измерений вязкости градуировочной жидкости (компаратора), °C	Значение кинематической вязкости градуировочной жидкости (компаратора), полученное на ГЭТ 17-2018, мм ² /с	Значение кинематической вязкости градуировочной жидкости (компаратора), полученное на ЭК КВ1, мм ² /с	Относительное отклонение кинематической вязкости градуировочной жидкости (компаратора) от среднего арифметического измеренного значения на ГЭТ 17-2018, %	Границы допускаемой относительной погрешности измерений кинематической вязкости градуировочной жидкости (компаратора) на ЭК КВ1, %

Полученные значения доверительной относительной погрешности измерений кинематической вязкости на комплексе эталонном ЭК КВ1 (заводской номер ВНИИМ1) не превышают/превышают значения, указанные в описании типа и п. 6.1 Государственной поверочной схемы для средств измерений вязкости жидкостей, утвержденной приказом Росстандарта от 05.11.2019 № 2622.

Заключение:

Поверитель _____

Подпись _____