

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ «ВСЕРОССИЙСКИЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИИ
им.Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА»

ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ РАСХОДОМЕТРИИ -
ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИТАРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИИ
им.Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА»
ВНИИР – филиал ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора филиала
ВНИИР – филиала ФГУП
«ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»

А.С. Тайбинский



«26» декабря 2022 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

КОМПЛЕКСЫ ТОПЛИВОЗАПРАВОЧНЫЕ ТЗК-100-АИМ

Методика поверки

МП 1477-9-2022

Начальник научно-
исследовательского отдела

К.А. Левин
Тел. отдела: +7(843) 272-01-91

г. Казань

2022 г.

1 Общие положения

Данная методика поверки распространяется на комплексы топливозаправочные ТЗК-100-АиМ (далее – ТЗК), изготовленных обществом с ограниченной ответственностью «Автоматизация и Метрология» и устанавливает методику и средства первичной и периодической поверок.

Прослеживаемость ТЗК к Государственному первичному специальному эталону единиц массы и объема жидкости в потоке, массового и объемного расходов жидкости ГЭТ 63–2019 обеспечивается в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений массы и объема жидкости в потоке, объема жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объемного расходов жидкости (часть 2), утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 г. № 2356.

В методике поверки реализованы следующие методы передачи единиц: непосредственное сличение и метод косвенных измерений.

В результате поверки ТЗК должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические требования

Наименование характеристики	Значение			
Номинальный диаметр условного прохода расходомера ТЗК, мм	50	80	100	150
Диапазон массового расхода, т/ч	от 2,0 до 60,0	от 5,0 до 160,0	от 11,0 до 210,0	от 20,0 до 400,0
Диапазон объемного расхода, м ³ /ч	от 2,3 до 85,0	от 5,6 до 228,0	от 12,3 до 300,0	от 22,3 до 571,0
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений массы (объема) нефтепродуктов, %	$\pm 0,25$			

2 Перечень операций поверки

Перечень операций при проведении первичной и периодической поверки представлены в таблице 2.

Таблица № 2 – Перечень операций при проведении первичной и периодической поверки

Наименование операции	Номер раздела	Проведение операции при	
		первой поверки	периодической поверки
Внешний осмотр средства измерений	7	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	Да	Да
Проверка программного обеспечения	9	Да	Да
Определение метрологических характеристик средства измерений	10	Да	Да
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	11	Да	Да

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки соблюдаются следующие условия:

3.1.1 Измеряемая среда – жидкость с параметрами:

- температура, °C от - 30 до + 40;
- изменение температуры в процессе одного измерения, °C, не более ±2;

3.1.2 Окружающая среда – воздух с параметрами:

- температура, °C от -30 до +40;
- относительная влажность, % от 30 до 95;
- атмосферное давление, кПа от 84 до 106,7.

3.2 Допускается проводить поверку ТЗК на месте эксплуатации.

3.3 Условия поверки должны соответствовать условиям эксплуатации средств поверки.

3.4 Все средства измерений, входящие в состав ТЗК, на момент поверки ТЗК должны иметь сведения о действующих положительных результатах поверки средств измерений, включенные в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 При проведении поверки специалисты должны соответствовать следующим требованиям:

- обладать навыками работы на применяемых средствах измерений;
- знать требования данного документа;
- обладать навыками работы по данному документу.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

Метрологические и технические требования к средствам поверки приведены в таблице 3.

Таблица № 3 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
п. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений	Вторичный эталон в соответствии с приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2356, с диапазоном измерений объема и массы жидкости в потоке, достаточный для определения наименьшей наливаемой дозы поверяемой ТЗК	Установки поверочные средств измерений объема и массы для верхнего и нижнего налива УПМ-2000, регистрационный номер 63582-16
п. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений	Диапазон измерений температуры, соответствующий температуре измеряемой среды при проведении поверки, с пределами допускаемой абсолютной погрешности по температуре $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$	Термометры лабораторные электронные ЛТ-300, регистрационный номер 61806-15
п. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений	Диапазон измерений температуры, соответствующий температуре окружающей среды при проведении поверки, с пределами допускаемой абсолютной погрешности по каналу температуры $\pm 0,4^{\circ}\text{C}$, диапазон измерений влажности от 10 до 95 % с пределами допускаемой основной абсолютной погрешности по каналу относительной влажности $\pm 3\%$, диапазон измерений давления от 84 до 106 кПа с пределами допускаемой абсолютной погрешности по каналу атмосферного давления $\pm 0,5$ кПа	Термогигрометр ИВА-6Н, регистрационный номер 46434-11, диапазон измерений температуры от 0 до 60°C , влажности от 0 до 98 %, давления от 300 до 1100 гПа, пределы относительной погрешности измерений температуры $\pm 0,3^{\circ}\text{C}$, влажности $\pm 3\%$, давления $\pm 2,5$ гПа
п. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений	Диапазон измерений плотности, соответствующий плотности измеряемой среды при проведении поверки, с пределами допускаемой абсолютной погрешности по плотности $\pm 0,5 \text{ кг}/\text{м}^3$	Измеритель плотности жидкости ВИП-2МР, регистрационный номер 27163-09, заводской номер 355016, пределы измерений от 0,65 до $1,2 \text{ г}/\text{cm}^3$, погрешность $\pm 0,0001 \text{ г}/\text{cm}^3$.

Примечания:

1 Допускается вместо вторичного эталона использовать рабочий эталон единицы массы 5 разряда в соответствии с государственной поверочной схемы для средств измерений массы утвержденной приказом Росстандарта от 29.12.2018 г. № 2818 (весы), (далее – эталон массы) и рабочий эталон единицы объема жидкости 2 разряда в соответствии с частью 3 государственной поверочной схемы для средств измерений массы и объема жидкости в потоке, объема жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объемного расходов жидкости, утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2356, (далее – эталон объема);

2 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемой ТЗК с требуемой точностью;

3 Эталоны и средства измерений, используемые в качестве средств поверки, должны быть аттестованы или иметь действующие сведения о положительных результатах поверки, включенные в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений;

4 Допускается проводить поверку ТЗК, используемых для измерений меньшего числа величин (объем жидкости и/или масса жидкости и/или плотность жидкости) с уменьшением количества измеряемых единиц на основании письменного заявления владельца средства измерений, оформленного в произвольной форме, с соответствующим занесением информации в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

6 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки соблюдают следующие требования:

- правил по охране труда при эксплуатации электроустановок, в соответствии с действующим законодательством РФ.
- правил техники безопасности, действующих на месте проведения поверки;
- правил безопасности при эксплуатации средств поверки и ТЗК, приведенных в их эксплуатационных документах.

6.2 К средствам поверки и ТЗК обеспечивают свободный доступ.

6.3 Освещенность должна обеспечивать отчетливую видимость средств поверки и ТЗК, а также снятие показаний с них.

6.4 При появлении течи измеряемой среды и других ситуаций, нарушающих процесс проведения поверки, поверка должна быть прекращена или приостановлена до устранения неисправностей.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1.1 При внешнем осмотре устанавливают соответствие ТЗК следующим требованиям:

- комплектность ТЗК должна соответствовать эксплуатационной документации;
- на компонентах ТЗК не должно быть механических повреждений, препятствующих ее применению и проведению поверки;
- надписи и обозначения на компонентах ТЗК должны быть четкие и читаемые без применения технических средств, соответствовать технической документации;
- СИ, входящие в состав ТЗК, должны быть снабжены средствами защиты (пломбировки), если это предусмотрено в описании типа.

7.1.2 Результат внешнего осмотра считают положительным, если комплектность и маркировка ТЗК соответствует эксплуатационным документам, на ТЗК отсутствуют внешние механические повреждения, влияющие на ее работоспособность, СИ, входящие в состав ТЗК, снабжены средствами защиты (пломбировки), если это предусмотрено в описании типа или отрицательным, если комплектность и маркировка ТЗК не соответствует эксплуатационным документам, на установке присутствуют внешние механические повреждения, влияющие на ее работоспособность, отсутствует возможность нанесения пломбировки на ТЗК в целях защиты от несанкционированного вмешательства. При отрицательном результате выполнение дальнейших операций по поверке прекращают.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Подготовка к поверке

При подготовке к поверке выполняют следующие работы:

- проверка выполнения условий разделов 3, 4, 5 и 6 настоящей методики;
- подготовка к работе ТЗК и средств поверки согласно их эксплуатационным документам;
- проверка герметичности соединений и узлов гидравлической системы рабочим давлением;

- наличие действующих свидетельств о поверке на средства измерений в составе ТЗК.

8.2 Опробование

При опробовании определяют работоспособность ТЗК и его составных частей в соответствии с их эксплуатационными документами.

Производят пробный налив измеряемой жидкости с помощью ТЗК в емкость для налива. Вместимость выбранной емкости, должна быть не менее наименьшей наливаемой дозы. Может быть использована специально изготовленная емкость, мерник или мерная емкость, автомобильные и железнодорожных цистерны. При использовании в качестве емкости для налива вторичного эталона или эталона объема допускается совмещать процедуру опробования с процедурой определения метрологических характеристик.

8.2.1 Опробование установок с помощью емкости для налива

Выполняют следующие операции:

- подать питание на ТЗК;
- подключить заземление к емкости для налива;
- дренировать емкость для налива и закрыть арматуру на выходе;
- подключить ТЗК к емкости для налива;
- задать дозу налива жидкости (продукта), но не более вместимости емкости для налива;
- открыть запорную арматуру на входе в установку;
- запустить налив жидкости.

Налив считается законченным после того, как прекратятся изменения объема и/или массы на показывающем устройстве ТЗК. Выходная запорная арматура ТЗК закрывается.

8.2.2 Опробование установок с помощью вторичного эталона (эталона массы и эталона объема):

- подать питание на ТЗК;
- подключить заземление вторичному эталону (весовому баку эталонов массы и объема);
- дренировать мерник вторичного эталона (эталон объема или весовой бак);
- обнулить показания весового устройства вторичного эталона (весов);
- подключить ТЗК к мернику вторичного эталона (эталона объема или весовому баку);
- задать дозу налива жидкости (продукта), соответствующую номинальной вместимости мерника вторичного эталона (эталона объема или весового бака, но не более вместимости весового бака);
- открыть запорную арматуру на входе в установку;
- запустить налив жидкости;
- наполнить мерник вторичного эталона (эталон объема или весовой бак).

8.2.3 Результат опробования ТЗК

Результат опробования ТЗК считают положительным, если подтверждена работоспособность ТЗК и его составных частей в соответствии с их эксплуатационными документами, алгоритм налива выполнен без сообщений об ошибках, измеренные значения массы и объема измеряемой жидкости отображаются ТЗК или отрицательными, если не подтверждена работоспособность ТЗК и его составных частей в соответствии с их эксплуатационными документами, алгоритм налива выполнен с сообщением об ошибках, измеренные значения массы и объема измеряемой жидкости не отображаются ТЗК. При отрицательном результате выполнение дальнейших операций по поверке прекращают.

9 Проверка программного обеспечения

Определение идентификационных данных программного обеспечения:

- согласно эксплуатационным документам ТЗК получить доступ к информационному окну, в котором отображаются идентификационные данные программного обеспечения;
- считать идентификационные данные программного обеспечения.

Результат подтверждения соответствия программного обеспечения считается положительным, если полученные идентификационные данные программного обеспечения ТЗК (идентификационное наименование программного обеспечения, номер версии (идентификационный номер программного обеспечения) соответствуют идентификационным данным, указанным в разделе «Программное обеспечение» описания типа на ТЗК. При отрицательном результате выполнение дальнейших операций по поверке прекращают.

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Проверяют наличие на средства измерений массового расхода жидкости (далее - расходомера), входящие в состав ТЗК действующих положительных сведений о поверке и включенных в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений, со сроком окончания не менее 10 месяцев, диапазон расхода жидкости расходомера должен быть не менее значения, указанного в таблице 1.

10.2 Подтверждение наименьшей наливаемой дозы, определение относительной погрешности при измерении массы и объема жидкости

10.2.1 Производят не менее двух измерений: два налива, при этом налив производится только наименьшей наливаемой дозой (для ее подтверждения), указанной в паспорте на ТЗК. Мерник вторичного эталона (мерник эталона объема или весовой бак) должен иметь такую вместимость, чтобы количество наименьшей наливаемой дозы, необходимой для его заполнения, не превышало пяти.

10.2.2 Подтверждение наименьшей наливаемой дозы, определение относительной погрешности измерений массы и объема жидкости установкой с помощью вторичного эталона (эталонов массы и объема).

Для определения относительной погрешности измерений массы и объема жидкости установок с помощью вторичного эталона (эталонов массы и объема) проводят следующие операции:

- провести процедуру смачивания мерника вторичного эталона (эталона объема или весового бака эталона массы): заполнить до отметки номинальной вместимости, после заполнения дренировать с последующей выдержкой на слив капель в течение 3 минут (допускается процедуру смачивания совместить с операцией опробования);

- закрыть запорную арматуру на сливе с мерника вторичного эталона (мерника эталона объема или весового бака);

- обнулить показания вторичного эталона весового устройства или эталона массы;

- подключить установку к мернику эталона объема (весовой бак) или мернику вторичного эталона с помощью устройств верхнего или нижнего налива согласно схеме, указанной в эксплуатационной документации на установку;

- открыть запорную арматуру на входе в ТЗК;

- запустить налив жидкости;

- наполнить мерник вторичного эталона (мерник эталона объема или весовой бак) измеряемой жидкостью;

- отключить установку от мерника вторичного эталона (мерника эталона объема или весового бака);

- обеспечить окончательную стабилизацию уровня жидкости в мернике вторичного эталона (мернике эталона объема или весовом баке);

- записать значение массы измеряемой жидкости по показаниям весового устройства в соответствии с правилами содержания и применения вторичного эталона или эталона массы;

- записать значение объема в соответствии с правилами содержания вторичного эталона или эталон объема;

- измерить значение температуры измеряемой жидкости в мернике вторичного эталона (мернике эталона объема или весовом баке);
- измерить плотность измеряемой жидкости средством измерений плотности в соответствии с эксплуатационными документами средства измерений плотности;
- записать значения температуры, влажности окружающего воздуха и атмосферного давления;
- записать значения массы, объема, плотности, температуры, давления по показаниям ТЗК.

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 При наличии на расходомер, входящий в состав ТЗК действующих положительных сведений о поверке, включенных в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений, и диапазоне расхода жидкости расходомера не менее значения, указанного в таблице 1, результаты считаются положительными. При отсутствии на расходомер, входящий в состав установки, действующих положительных сведений о поверке, включенных в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений, и/или диапазон расхода жидкости расходомера менее значения, указанного в таблице 1, дальнейшие операции по поверке прекращают.

11.2 Определение относительной погрешности при измерении массы жидкости

Данный пункт выполняется при определении относительной погрешности ТЗК при измерении массы жидкости.

Относительную погрешность измерений массы жидкости при каждом измерении, δ_{Mi} , %, определяют по формуле

$$\delta_{Mi} = \left(\frac{M_{yi} - M_{izmi}}{M_{izmi}} \right) \cdot 100, \quad (1)$$

$$M_{izmi} = M_{bi} \frac{\left(1 - \frac{\rho_a}{\rho_{gir}} \right)}{\left(1 - \frac{\rho_a}{\rho_{jci}} \right)}, \quad (2)$$

- где M_{yi} – масса измеряемой жидкости по показаниям ТЗК при i измерении, кг;
 M_{izmi} – масса измеряемой жидкости по показаниям весового устройства вторичного эталона или весов с учетом выталкивающей силы при i измерении, кг;
 M_{bi} – масса измеряемой жидкости по показаниям весового устройства вторичного эталона или весов без учета выталкивающей силы при i измерении, кг;
 ρ_a – плотность окружающего воздуха, кг/м³ (вычисляется по формуле (3));
 ρ_{gir} – плотность гирь, применяемых при калибровке эталона массы или весового устройства вторичного эталона (принимается равной 8000 кг/м³, если не указано другое значение в эксплуатационных документах эталона массы или вторичного эталона);
 ρ_{jci} – плотность измеряемой жидкости в мернике вторичного эталона (мернике эталона объема или весовом баке) по показаниям средства измерений плотности, кг/м³;
 i – порядковый номер измерения.

$$\rho_a = \left(\frac{0,34848 \cdot p_a - 0,009024 \cdot hr \cdot e^{0,0612 \cdot t_a}}{273,15 + t_a} \right), \quad (3)$$

где p_a – атмосферное давление, гПа;
 hr – относительная влажность воздуха, %;
 t_a – температура окружающего воздуха, °С.

Результат поверки считают положительным, если значения относительной погрешности измерений массы жидкости не превышают значений $\pm 0,25\%$. При отрицательном результате выполнение дальнейших операций по поверке прекращают.

11.3 Определение относительной погрешности при измерении объема жидкости

Данный пункт выполняется при определении относительной погрешности ТЗК при измерении объема жидкости.

Относительную погрешность измерений объема жидкости при каждом измерении, δ_{V_i} , %, определяют по формуле

$$\delta_{V_i} = \left(\frac{V_{yi} - V_{mi}}{V_{mi}} \right) \cdot 100 \quad (4)$$

$$V_{mi} = V_{20i} \cdot (1 + 3 \cdot \alpha_m \cdot (t_{mi} - 20) + \beta_i \cdot (t_{yi} - t_{mi}) - \gamma_{tyi} \cdot P_{yi}) \quad (5)$$

где V_{yi} – объем измеряемой жидкости по показаниям ТЗК при i измерении, дм³;
 V_{mi} – объем измеряемой жидкости по показаниям мерника эталона объема или вторичного эталона при i измерении, приведенный к рабочим условиям ТЗК, дм³;
 V_{20i} – показания мерника, эталона объема или вторичного эталона (СИ объема), при i измерении, дм³;
 α_m – коэффициент линейного расширения материала стенок мерника, °C⁻¹ (определяется в соответствии с эксплуатационными документами эталона объема или вторичного эталона);
 t_{mi} – температура измеряемой жидкости в мернике эталона объема или вторичного эталона при i измерении, °C;
 t_{yi} – температура измеряемой жидкости в установке, усредненная за i время измерения, °C;
 β_i – коэффициент объемного расширения поверочной жидкости, при i измерении, °C⁻¹. При использовании нефти и нефтепродуктов в качестве поверочной жидкости выбирается в соответствии с приложением Г или по формуле (4) документа Р 50.2.076-2010 «ГСИ. Плотность нефти и нефтепродуктов. Методы расчета. Программы и таблицы приведения». β_i определяется для температуры t_{mi} . Допустимо определение β_i лабораторным методом;
 γ_{tyi} – коэффициент сжимаемости поверочной жидкости, при i измерении, МПа⁻¹. При использовании нефти и нефтепродуктов в качестве поверочной жидкости выбирается в соответствии с приложением В либо по формуле (3) Р 50.2.076-2010 «ГСИ. Плотность нефти и нефтепродуктов. Методы расчета. Программы и таблицы приведения»;
 P_{yi} – давление измеряемой жидкости в установке, усредненное за i время измерения, МПа;
 i – порядковый номер измерения.

Результат поверки считают положительным, если значения относительной погрешности измерений объема жидкости не превышают значений $\pm 0,25\%$. При отрицательном результате выполнение дальнейших операций по поверке прекращают.

12 Оформление результатов поверки

12.1 Результаты поверки, измерений и вычислений заносят в протокол поверки произвольной формы.

Сведения о результатах поверки ТЗК передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком проведения поверки средств измерений, предусмотренным действующим законодательством РФ.

12.2 При положительных результатах поверки ТЗК по заявлению заказчика оформляют свидетельство о поверке, подтверждающее соответствие ТЗК обязательным требованиям к средствам измерений в соответствии с действующим законодательством РФ, к которому прилагают протокол поверки. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке ТЗК.

На обратной стороне свидетельства о поверке или в протоколе поверки указывают:

– наименование, заводские номера средств измерений массы, объема и плотности жидкости, входящих в состав ТЗК;

– коэффициенты корректировки, установленные в средствах измерений массы, объема и плотности жидкости, входящих в состав ТЗК (перечень коэффициентов, которые могут быть скорректированы по результатам поверки указываются в паспорте ТЗК);

– рабочие диапазоны расхода измеряемой жидкости;

– пределы допускаемой относительной погрешности измерений массы и/или объема.

12.3 При отрицательных результатах поверки установку к применению не допускают, по заявлению заказчика выдают извещение о непригодности с указанием причин в соответствии с действующим законодательством РФ.