

Приложение
к приказу Федерального агентства
по техническому регулированию
и метрологии
от «13» сентября 2023 г. № 1899

Методика поверки МП 42777-09
«Государственная система обеспечения единства измерений.
Установки измерительные «АТ».
Методика поверки»

"СОГЛАСОВАНО"

Заместитель директора по метрологии
ФБУ «ЦСМ им. А.М. Муратшина
в Республике Башкортостан»

Р.Р. Исмагилов

«12»

07

2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

«Установки измерительные «АТ»

Методика поверки

МП 42777-09

Уфа
2023 г.

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на установки измерительные «АТ» (далее - установки), предназначенные для измерения объема и массы нефти по ГОСТ Р 51858-2002, нефтепродуктов и других жидкостей с вязкостью от 0,55 до 150 мм²/с (сСт) (далее - рабочая жидкость), и устанавливает порядок и объем их первичной и периодической поверки.

1.2 При проведении поверки должна быть обеспечена прослеживаемость поверяемых установок к государственному первичному эталону:

ГЭТ 63-2019 Государственный первичный специальный эталон единиц массы и объема жидкости в потоке, массового и объемного расходов жидкости.

Для обеспечения реализации методики поверки при определении метрологических характеристик установок применяется метод косвенных измерений или метод непосредственного сличения с основными средствами поверки.

1.3 На основании письменного заявления владельца средства измерений (СИ) допускается поверка отдельных измерительных каналов установок (канал измерения массы, канал измерения объема) с обязательным указанием информации об объеме проведенной поверки.

1.4 При документально оформленном плановом выводе из эксплуатации автономных измерительных блоков – посты налива установки, измерительные каналы, (консервация, капитальный ремонт) допускается проведение поверки с меньшим числом постов налива в соответствии с заявлением владельца установки.

2 Перечень операций поверки средства измерений

При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень операций поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операции поверки при		Номер пункта методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.1

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операции поверки при		Номер пункта методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.3
Определение метрологических характеристик средства измерений	Да	Да	9
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10

3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от -40 до +50;
- относительная влажность воздуха, % не более 95;
- атмосферное давление, кПа от 84 до 107;

Условия поверки установки не должны выходить за пределы рабочих условий, указанных в технической документации на установку и эталоны.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки допускают лиц, имеющих необходимую квалификацию, изучивших настоящую МП, руководства по эксплуатации СИ и средств поверки, а также прошедших инструктаж по охране труда в соответствии с ГОСТ 12.0.004-2015, по пожарной безопасности в соответствии с СП 112.13330.2011 «Пожарная безопасность зданий и сооружений».

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 Средства поверки, применяемые при проведении поверки установки, приведены в таблице 2.

Таблица 2 – 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. 8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений температуры окружающей среды: диапазон измерений от -10 до 60 °С, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений $\pm 0,4$ °С. Средства измерений относительной влажности окружающей среды: диапазон измерений от 10 до 95 %, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений ± 3 %. Средства измерений атмосферного давления: диапазон измерений от 30 до 120 кПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений атмосферного давления ± 5 гПа.	Прибор комбинированный Testo 622 рег. № 53505-13
п. 9 Определение метрологических характеристик средства измерений	Эталоны единицы объема жидкости и средства измерений, соответствующие требованиям к рабочим эталонам не ниже 2 разряда в соответствии с частью 3 или вторичным эталонам в соответствии с частью 2 ГПС, утвержденной Приказом Рос-стандарта от 26 сентября 2022 г. № 2356. С номинальной вместимостью 2000 дм ³ и пределами допускаемой относительной погрешности $\pm 0,05$ %.	Мерник металлический эталонный 2-го разряда М2р-2000 рег. № 62849-15

1	2	3
п. 9 Определе- ние метроло- гических ха- рактеристик средства изме- рений	Эталоны единицы массы и средства измерений, соот- ветствующие требованиям к эталонам не ниже 5 разряда в соответствии с ГПС, утвержденной Приказом Рос-стандарта от 04 июля 2022 г. № 1622. В диапазоне до 3000 кг, с пределами допускаемой относительной погрешности не более $\pm 0,04$ %.	Весы электронные К рег. № 62833-15.
п. 9 Определе- ние метроло- гических ха- рактеристик средства изме- рений	Средства измерений плотности, в соответствии с ГПС, утвержденной Приказом Росстандарта от 1 ноября 2019 года № 2603. В диапазоне измерений плотности от 680 до 1010 кг/м ³ , с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более $\pm 0,3$ кг/м ³ . Средства измерений температуры, в соответствии с ГПС, утвержденной Приказом Росстандарта от 23 декабря 2022 г. № 3253. В диапазоне измерений температуры от минус 40 до плюс 60 °С с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более $\pm 0,2$ °С.	Плотномер Плот-3 модификации Плот- ЗБ-1Р рег. № 20270-12
<i>Примечание – При проведении поверки допускается использовать другие средства поверки, обеспечивающие проведение измерений и удовлетворяющие требованиям к точности измерений: утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, поверенные средства измерений утвержденного типа.</i>		

5.2 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечи-
вающих определение метрологических характеристик поверяемой установки
(передачу единиц величин) с требуемой точностью
и прослеживаемость к государственным первичным эталонам единиц величин.

5.3 СИ, применяемые при поверке, должны соответствовать требованиям нормативных правовых документов Российской Федерации в области обеспечения единства измерений.

6 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки соблюдают требования, определяемые:
в области промышленной безопасности:

- «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности», утв. приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 15.12.2020г. № 534;
- Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств», утв. приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 15.12.2020 г. № 533;

в области общих требований электробезопасности:

- «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей», ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ 12.1.019-2017;
- эксплуатационная документации используемых средств поверки и установок измерительных «АТ»

6.2 Персонал, проводящий поверку, должен проходить инструктаж по технике безопасности на рабочем месте и иметь группу по технике электробезопасности не ниже 2-ой.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 При проведении внешнего осмотра проверить комплектность установки в соответствии с эксплуатационной документацией; отсутствие механических повреждений составных частей установки, видимых повреждений изоляции кабельных линий связи.

7.2 Убедиться, что надписи и обозначения нанесены на компоненты установки четко и соответствуют требованиям документации.

7.3 Установки, внешний вид компонентов которых не соответствует требованиям, к поверке не допускаются.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Устанавливают соответствие п.3 и п.6 настоящей методики.

8.2 Определяют работоспособность установки и ее составных частей в соответствии с их документацией.

Включают электродвигатель установки и прокачивают через установку рабочую жидкость для заполнения гидравлической системы.

8.3 Устанавливают мерник в рабочую зону поста налива. Проверяют вертикальность установки мерника и при необходимости регулируют его положение по уровню или отвесу.

Мерник подключают к электропитанию (при наличии в их составе насосного агрегата) и заземляют.

Подключают наливную трубу поста налива установки при нижнем наливе и опускают наливную трубу поста налива в горловину мерник при верхнем наливе.

Задают контрольную дозу, равную номинальной вместимости мерника.

Включают систему и проводят пробный налив рабочей жидкости в мерник.

В процессе налива проверяют работоспособность установки в соответствии с установленным режимом, герметичность ее узлов, отсутствие протечек в мернике, автоматическое прекращение подачи рабочей жидкости после выдачи дозы.

Рабочую жидкость из мерника перекачивают в отпускную цистерну.

После опорожнения мерника для полного удаления рабочей жидкости дают выдержку на слив капель в течение трех минут. Затем убеждаются путём ви-

зуального осмотра внутренней полости мерника в отсутствии на его дне рабочей жидкости.

8.4 При обнаружении рабочей жидкости проводят контроль правильности установки мерника и проводят операции опробования повторно.

9 Определение метрологических характеристик средства измерений

9.1 Определение относительной погрешности измерения объема и массы рабочей жидкости

Для определения относительной погрешности измерения объема и массы рабочей жидкости выполняют следующие действия:

- установить пустой мерник на платформу весов и записать показания массы пустого мерника (M);
- установить мерник в рабочую зону поста налива, после этого проверить вертикальность установки мерника и при необходимости отрегулировать его положение по уровню или отвесу;
- задать дозу, равную номинальной вместимости мерника;
- произвести включение установки и налить рабочую жидкость в мерник;
- произвести измерение объёма рабочей жидкости по шкале мерника, далее произвести измерение её плотности и температуры (V_m, ρ_j, t_m);
- установить на платформу весов мерник с рабочей жидкостью и записать показания массы мерника с рабочей жидкостью (M_m);
- записать показания объёма, массы и температуры рабочей жидкости, измеренные установкой (V_c, M_c, t_c);
- перекачать рабочую жидкость из мерника в отпускную цистерну.

Операции по определению относительной погрешности измерения объема и массы рабочей жидкости выполняют не менее трёх раз.

10. Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Определение относительной погрешности измерения объёма рабочей жидкости

Данный пункт выполняется при определении относительной погрешности установки при измерении объёма рабочей жидкости.

Относительную погрешность измерений объёма рабочей жидкости при каждом измерении определяют по формуле:

$$\delta = \left(\frac{V_c - V_m}{V_m} + \beta \cdot (t_m - t_c) + 3 \cdot \alpha \cdot (20 - t_m) \right) \cdot 100 \% \quad (1)$$

где V_c - объём рабочей жидкости, измеренный установкой, л (дм³);

V_m - объём рабочей жидкости по шкале мерника, л (дм³);

t_c - температура рабочей жидкости, измеренная установкой, °С;

t_m - температура рабочей жидкости в мернике, °С;

β - коэффициент объемного расширения рабочей жидкости при температуре t_m , °С⁻¹;

α - коэффициент линейного расширения материала стенок мерника, °С⁻¹.

Примечание:

- Коэффициент объемного расширения жидкости, при использовании нефти и нефтепродуктов в качестве рабочей жидкости, выбирается в соответствии с «Приложение 1» или по формуле (4) документа Р 50.2.076-2010 «ГСИ. Плотность нефти и нефтепродуктов. Методы расчета. Программы и таблицы приведения»

- Коэффициент линейного расширения материала стенок мерника указан в эксплуатационной документации на мерник либо выбирается из таблицы, приведенной в «Приложение 2».

Результаты поверки считают положительными, если погрешность измерений объёма рабочей жидкости при каждом измерении не выходит за пределы до-

пускаемых значений $\pm 0,15\%$ ($\pm 0,2\%$ для установок модели F).

10.2 Определение относительной погрешности измерения массы рабочей жидкости

Данный пункт выполняется при определении относительной погрешности установки при измерении массы рабочей жидкости.

Относительную погрешность измерений массы рабочей жидкости при каждом измерении определяют по формуле:

$$\delta = \left(\frac{M_c - M_0}{M_0} \right) \cdot 100\% \quad (2)$$

где M_c - масса рабочей жидкости, измеренная установкой, кг;

M_0 - масса рабочей жидкости в мернике с учетом выталкивающей силы воздуха, рассчитываемая по формуле (3), кг;

$$M_0 = \left(\frac{(M_m - M) \cdot \rho_{жс}}{(\rho_{жс} - \rho_{возд})} \right) \quad (3)$$

где M_m - масса мерника с рабочей жидкостью, кг;

M - масса пустого мерника, кг;

$\rho_{жс}$ - плотность рабочей жидкости в мернике при температуре t_m , кг/м³;

$\rho_{возд}$ - плотность окружающего воздуха, кг/м³ (рассчитывается по формуле

4).

$$\rho_{возд} = \frac{0,34848 \cdot P_a - 0,009024 \cdot h_a \cdot e^{0,0612 \cdot T_a}}{273,15 + T_a} \quad (4)$$

где P_a - атмосферное давление воздуха, гПа;

T_a - температура окружающего воздуха в месте проведения взвешивания, °C;

h_a - относительная влажность окружающего воздуха в месте проведения взвешивания, %.

Результаты поверки считают положительными, если погрешность измерений массы рабочей жидкости при каждом измерении не выходит за пределы допускаемых значений $\pm 0,15\%$.

10. Оформление результатов поверки

11.1 Установка считается прошедшей поверку с положительными результатами, если определяемые погрешности не выходят за установленные для них

предельные значения. Результаты поверки заносят в протокол поверки произвольной формы.

В протоколе поверки указывается наименование рабочей жидкости, на которой проводилась поверка, коэффициенты коррекции расходомеров массовых в составе установки, тип налива (верхний/нижний).

11.2 Результаты поверки оформляются в соответствии с порядком, утвержденным законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений. Сведения о результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

11.3 По заявлению лица, представившего СИ на поверку, при положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке, при отрицательных результатах поверки – извещение о непригодности к применению.

Расчет коэффициента объемного расширения жидкости

$$\beta = \beta_{15} + 1,6 \cdot \beta_{15}^2 \cdot (t_m - 15)$$

$$\beta_{15} = \frac{K_0 + K_1 \cdot \rho_{15}}{\rho_{15}^2} + K_2$$

Где K_0 , K_1 , K_2 – коэффициенты, определяемые для нефти и нефтепродуктов по таблице 1

ρ_{15} – значение плотности поверочной жидкости при температуре 15 °С и избыточном давлении 0 МПа, кг/м³.

β_{15} – Значение коэффициента объемного расширения при 15 °С

Таблица 1 – Значения коэффициентов K_0 , K_1 , K_2 для нефти и нефтепродуктов

Наименование группы		Диапазон плотности при 15 °С, кг/м ³	K_0	K_1	K_2
Нефть		$611,2 \leq \rho_{15} < 1163,8$	613,9723	0,000	0,0000
Группы нефтепродуктов	Бензины	$611,2 \leq \rho_{15} < 770,9$	346,4228	0,43884	0,0000
	Топлива, занимающие по плотности промежуточное место между бензинами и керосинами	$770,9 \leq \rho_{15} < 788,0$	2690,7440	0,00000	-0,0033762

	Топлива для реактивных двигателей, керосины для реактивных двигателей, авиационное реактивное топливо Джет А, керосины	$788,0 \leq \rho_{15} < 838,7$	594,5418	0,000 0	0,0000
	Дизельные топлива, печные топлива, мазуты	$838,7 \leq \rho_{15} < 1163,9$	186,9696	0,486 2	0,0000
	Смазочные масла нефтяного происхождения, полученные из дистиллятных масляных фракций с температурой кипения выше 370 °С	$801,3 \leq \rho_{15} < 1163,9$	0,0000	0,627 8	0,0000

Примечания

1. Нефтепродукты разделены на группы, имеющие внутри подгруппы, в указанном в таблице диапазоне плотности, аналогичные характеристики зависимости между коэффициентом объемного расширения β_{15} и плотностью нефтепродукта ρ_{15} . Наименование групп носит условный характер.
2. Если значение плотности нефтепродукта ρ_{15} попадает в диапазон плотности, соответствующей другой группе нефтепродуктов, то при расчете плотности конкретного нефтепродукта, в связи с условным наименованием групп, следует применять значения коэффициентов K_0, K_1, K_2 , той подгруппы нефтепродуктов, которой соответствует его плотность ρ_{15} . Так, например бензин с плотностью ρ_{15} более 770,9 кг/м³ следует относить к подгруппе «топлива, занимающие по плотности промежуточное место между бензинами и керосинами» и расчет плотности проводить по коэффициентам, соответствующим данной подгруппе.

Коэффициент линейного расширения материалов стенок мерника (тары)

Таблица 2 – Значения коэффициентов линейного расширения материалов

Материал стенок мерника (тары)	Коэффициент линейного расширения, °C-1
Сталь углеродистая	$11,2 \cdot 10^{-6}$
Сталь легированная	$11,0 \cdot 10^{-6}$
Сталь нержавеющая	$16,6 \cdot 10^{-6}$
Латунь	$17,8 \cdot 10^{-6}$
Алюминий	$24,5 \cdot 10^{-6}$
Медь	$17,4 \cdot 10^{-6}$