

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



Государственная система обеспечения единства измерений

Преобразователи плотности и вязкости поточные ППВ-6,3.У1-Вн


Методика поверки

МП 2302-0111-2018

Руководитель лаборатории
госэталонов в области измерений
плотности и вязкости жидкости
ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»

 А. А. Демьянов

инженер 1 кат.

 Т. В. Попова

г. Санкт-Петербург
2018 г.

Настоящая методика поверки распространяется на преобразователи плотности и вязкости поточные ППВ-6,3.У1-Вн (далее – ППВ), изготовленного ООО «Пьезоэлектрик», г. Ростов-на-Дону, и устанавливает методику первичной и периодической поверок в лабораторных условиях. На месте эксплуатации поверку производят по МИ 2816-2012 «Преобразователи плотности поточные. Методика поверки на месте эксплуатации».

Метод поверки основан на непосредственном сличении показаний ППВ со значениями динамической вязкости и плотности жидкостей-компараторов, измеренных на лабораторном анализаторе плотности с пределами абсолютной погрешности $\pm 0,1 \text{ кг/м}^3$ и лабораторном анализаторе вязкости (или на стеклянных капиллярных вискозиметрах типа ВПЖ) с пределами абсолютной погрешности измерения вязкости не более $\pm 0,3 \%$ при одинаковых значениях температуры.

При пользовании настоящей методикой поверки целесообразно проверить действие ссылочных документов по соответствующему указателю стандартов, составленному на 1 января текущего года, и по соответствующим указателям, опубликованным в текущем году.

Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящей методикой 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.

Интервал между поверками - 1 год

1 Операции поверки

При проведении поверки должны быть выполнены следующие операции:

Таблица 1.

Наименование операции	№ пункта	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	п.6.1	+	+
Опробование	п.6.2	+	+
Подтверждение соответствия программного обеспечения.	п. 6.3	+	+
Определение метрологических характеристик	п. 6.4	+	+

2 Средства поверки

При проведении поверки применяют следующие основные и вспомогательные средства поверки:

Таблица 2.

№ пункта	Средство поверки, характеристики
6.4	- анализатор плотности жидкостей серии DMA, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 39787-08 с пределами абсолютной погрешности измерений плотности $\pm 0,1 \text{ кг/м}^3$; - набор стеклянных капиллярных вискозиметров типа ВПЖ и вспомогательное оборудование в соответствии с ГОСТ 33-2016, диапазон измерений вязкости от 0 до 100000 мПа·с, относительная погрешность измерения вязкости не более 0,5% (или вискозиметр Штабингера SVM 3000, диапазон измерений динамической вязкости от 0,2 до 20000 мПа·с, погрешность $\pm 0,5 \%$, регистрационный номер 45144-10); - термометр лабораторный электронный ЛТ-300, 61806-15, диапазон темпера-

	<p>тур от минус 50 °С до 300 °С, погрешность ±0,05 °С, регистрационный номер 61806-15;</p> <ul style="list-style-type: none"> - термостат жидкостной циркуляционный, диапазон измерений температуры от 20 °С до 50 °С, погрешность поддержания и измерения температуры не более ±0,1 °С; - жидкости-компараторы по МИ 1289-86, ГОСТ 13032-77, в диапазоне вязкости от 1,5 до 200 мПа·с; - стакан мерный из полипропилена или стекла, вместимость не менее 1000 см³ - источник постоянного тока типа АНТ 1231, наибольшее значение напряжения на выходе 30 В, допускаемое отклонение, не более ±0,2% от установленного значения напряжения, регистрационный номер 35639-07; - частотомер электронно-счетный ЧЗ-85, диапазон измерений, Гц: от 1мГц до 200 МГц, погрешность опорного источника 2×10^{-7} / год, регистрационный номер 56478-14; - вольтметр цифровой В7-73 по ГОСТ Р 51350-99, верхний предел измерений напряжения постоянного тока 200В, предел допускаемой основной погрешности измерения напряжения постоянного тока ±0,015% от U+2 единицы младшего разряда, где U - значение измеряемого напряжения; - образцовая катушка сопротивления Р3х1, класс точности 0,01, сопротивление от 1 до 100 Ом, - преобразователь сигналов (конвертер) - RS485/RS232или RS485/USB; - промывочные жидкости: вода дистиллированная по ГОСТ 6709, толуол по ГОСТ 5789, нефрас по ГОСТ 8505.
--	--

Все основные средства измерений, применяемые при поверке должны иметь действующие свидетельства о поверке или оттиски поверительных клейм.

Допускается применение средств поверки, не приведенных в перечне, но обеспечивающих определение (контроль) метрологических характеристик поверяемых средств измерений с требуемой точностью.

Допускается применять другие поверочные жидкости-компараторы не агрессивные к материалам чувствительных элементов поверяемых и эталонных плотномеров с близкими номинальными значениями плотностей.

Допускается применять в качестве жидкости-компаратора отобранную пробу рабочей жидкости.

3 Требования безопасности

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие требования безопасности:

3.1 Помещения, в которых проводят работы с нефтепродуктами, должны быть оснащены пожарной сигнализацией и средствами пожаротушения в соответствии с ГОСТ 12.4.009-83 и оснащены общеобменной приточно-вытяжной вентиляцией.

3.2 Промывка рабочей части измерительной ячейки после удаления поверочных жидкостей должна производиться растворителями в вытяжном шкафу и при отсутствии включенных нагревательных приборов в непосредственной близости.

3.3 Требования, изложенные в руководстве по эксплуатации на прибор (далее, РЭ).

4 Условия поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С	20,0 ± 5,0
- относительная влажность окружающего воздуха, %, не более	80
- атмосферное давление, кПа	101,3 ± 4,0

При поверке должны соблюдаться требования, приведенные в РЭ.

5 Подготовка к поверке

Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие операции:

5.1 Включена вентиляция в помещении, где проводится поверка ППВ.

5.2 Подготовить средства поверки к работе в соответствии с требованиями эксплуатационной документации.

5.3 Промывают нефрасом чувствительный элемент ППВ и просушивают. При проведении поверки в измерительной камере, промывку чувствительного элемента допускается проводить совместно с промывкой внутренних полостей камеры. Для этого предварительно герметизируют патрубки входа-выхода измеряемой жидкости. Промывку выполняют до тех пор, пока из сливного патрубка проточной измерительной камеры не будет сливаться чистый нефрас без следов загрязнения. В случаях сильного загрязнения внутренней полости промыть полость толуолом. Просушку внутренних полостей измерительной камеры выполняют в вытяжном шкафу, подавая внутрь камеры через входной патрубок сухой воздух из компрессора или пылесоса.

5.4 Выполняют необходимые электрические подключения ППВ к источнику питания, катушке, вольтметру, частотомеру и компьютеру в соответствии с требованиями РЭ.

5.5 Промывают и сушат лабораторный плотномер и вискозиметр в соответствии с правилами применения.

5.6 В ванну термостата заливают термостатирующую жидкость (дистиллированная вода или силиконовое масло).

5.7 Приготавливают три жидкости-компаратора. Номинальные значения динамических вязкостей жидкостей-компараторов при температуре 20 ± 5 °С приведены в таблице 3. В качестве основы для приготовления используют прозрачные ньютоновские жидкости.

6 Проведение поверки

6.1 Внешний осмотр.

При внешнем осмотре устанавливают:

- отсутствие механических повреждений и дефектов, не позволяющих провести поверку;
- соответствие комплектности преобразователя вязкости его технической документации;
- читаемость и соответствие требованиям эксплуатационной документации подписей и обозначений.

6.2 Опробование.

Проверяют исправную работу ППВ в соответствии с требованиями Руководства по эксплуатации.

6.3 Подтверждение соответствия программного обеспечения.

Для проведения идентификации встроенного ПО следует, в основном режиме нажать и удерживать кнопку 2. (см. РЭ приложение Д) На основном табло отобразится номер версии ПО.

Результат проверки считается положительным, если номер версии встроенного ПО не ниже, указанных в описании типа.

6.4 Определение метрологических характеристик

6.4.1 Определение метрологических характеристик поверяемого ППВ выполняют непосредственным сличением показаний динамической вязкости и плотности ППВ с результатами измерений динамической вязкости и плотности жидкости-компаратора, полученными с применением лабораторного плотномера и вискозиметра Штабингера (либо стеклянных капиллярных вискозиметров).

В качестве жидкостей-компараторов используются жидкости, приготовленные с номинальными значениями динамической вязкости, приведенными в таблице 3.

Таблица 3

№ точки поверки	1	2	3	4	5
Номинальное значение динамической вязкости жидкости при 20 °С, мПа·с, $\eta_{жк}$	2 - 7	40 - 60	80 - 99	140-160	180-200

Номинальные значения плотности жидкостей-компараторов при 20 ± 5 °С должны находиться в диапазоне от 650 до 1000 кг/м³.

6.4.2 Определение погрешности ППВ в термостате (рисунок Б.1).

6.4.2.1 Заполнить чистый стакан мерный первой жидкостью-компаратором и установить на столик термостата.

6.4.2.2 Установить на горловину термостата крышку.

6.4.2.3 Ввести в стакан мерный термометр, как показано на рисунке Б.1, и подключить в соответствии с документацией изготовителя.

6.4.2.4 Включить термостат и задать температуру 20,00°С.

6.4.2.5 После стабилизации показаний термометра ($20 \pm 0,05$)°С зафиксировать показания приборов:

- частотомера – период длительности импульсов с разрешением до 1 нс;
- вольтметра - для ППВ с аналоговым выходным сигналом 4-20мА;
- монитора ПС - для ППВ с цифровым выходным сигналом;
- индикатора ППВ.

Показания записать в протокол (приложение А).

6.4.2.6 Отобрать из измерительного стакана две пробы жидкости-компаратора.

6.4.2.7 Выполнить измерения плотности пробы на эталонном лабораторном плотномере (анализаторе плотности) при температуре ($20 \pm 0,05$)°С в соответствии с требованиями Руководства по эксплуатации.

6.4.2.8 Выполнить измерения вязкости пробы на эталонных лабораторных вискозиметрах или капиллярных вискозиметрах при температуре ($20 \pm 0,05$)°С в соответствии с требованиями Руководства по эксплуатации или ГОСТ 33-2016.

6.4.2.9 Отключить питание электроприборов и термостата, снять плотномер и термометр.

6.4.2.10 Тщательно промыть растворителем и просушить чувствительный элемент ППВ, термометр и стакан мерный. Для ускорения просушки допускается продувать струей сухого воздуха под давлением не более 0,03 МПа. Промывку и просушку выполнять при включенной вытяжной вентиляции.

6.4.2.11 Повторить операции по п.п. 6.3.2.1 ÷ 6.3.2.10 для второй и третьей жидкостей-компараторов.

6.4.3 Определение погрешности ППВ в измерительной камере (рисунок Б.2).

6.4.3.1 Заполнить измерительную камеру первой жидкостью-компаратором.

6.4.3.2 Ввести в камеру термометр, как показано на рисунке Б.2, и подключить в соответствии с документацией изготовителя.

6.4.3.3 Выдержать при температуре 20 ± 5 °С не менее 2 часов.

6.4.3.4 После стабилизации показаний термометра зафиксировать показания приборов:

- частотомера – период длительности импульсов с разрешением до 1 нс;
- вольтметра - для ППВ с аналоговым выходным сигналом 4-20мА;
- монитора ПС - для ППВ с цифровым выходным сигналом;

- индикатора ППВ.

Показания записать в протокол (приложение А).

6.4.3.5 Отобрать из измерительной камеры две пробы жидкости-компаратора.

6.4.3.6 Выполнить измерения плотности пробы на эталонном лабораторных плотнотмере (анализаторе плотности) при температуре зафиксированной в камере $\pm 0,05^\circ\text{C}$, в соответствии с требованиями Руководства по эксплуатации.

6.4.3.7 Выполнить измерения вязкости пробы на эталонном лабораторных вискозиметре или капиллярных вискозиметрах при температуре зафиксированной в камере $\pm 0,02^\circ\text{C}$, в соответствии с требованиями Руководства по эксплуатации или ГОСТ 33-2016.

6.4.3.8 Отключить питание электроприборов.

6.4.3.9 Тщательно промыть растворителем и просушить чувствительный элемент ППВ, термометр и измерительную камеру в соответствии с п. 5.3. Для ускорения просушки допускается продувать оборудование струей сухого воздуха под давлением не более 0,03 МПа. Промывку и просушку выполнять при включенной вытяжной вентиляции.

6.4.3.10 Повторить операции по п.п. 6.3.3.1 ÷ 6.3.2.9 для второй и третьей жидкостей-компараторов.

7 Обработка результатов измерений

7.1 Действительное значение динамической вязкости $\eta_{\text{эк}}$ жидкости-компаратора для k -й точки измерений вычисляют по формуле:

$$\eta_{\text{эк}} = v_{\text{эк}} \cdot \rho_{\text{эк}} \quad (1)$$

где $v_{\text{эк}}$ - среднее арифметическое значение результатов измерений кинематической вязкости k -й жидкости-компаратора, $\text{мм}^2/\text{с}$;
 $\rho_{\text{эк}}$ - плотность k -й жидкости-компаратора, измеренная на измерителе плотности, $\text{г}/\text{см}^3$.

7.2 Абсолютную погрешность измерений поверяемого ППВ в k -й точке вязкости при i -м измерении ($\Delta\eta_{ki}$, $\text{мПа}\cdot\text{с}$) вычисляют по формуле:

$$\Delta\eta_{ki} = |\eta_{ki} - \eta_{\text{эк}}| \quad (3)$$

где η_{ki} - динамическая вязкость пробы k -й поверочной жидкости, измеренная поверяемым преобразователем вязкости при i -м измерении, $\text{мПа}\cdot\text{с}$;
 $\eta_{\text{эк}}$ - действительное значение динамической вязкости $\eta_{\text{эк}}$ жидкости-компаратора для k -й точки измерений, $\text{мПа}\cdot\text{с}$.

За абсолютную погрешность преобразователя вязкости ($\Delta\eta_{\text{max}k}$, $\text{мПа}\cdot\text{с}$) при k -м значении вязкости принимают наибольшее из полученных значений $\Delta\eta_{ki}$.

Абсолютная погрешность ППВ для всех 3 точек измерений вязкости не должна превышать $\pm 1,0$ $\text{мПа}\cdot\text{с}$ в диапазоне измерений от 1,5 до 100 $\text{мПа}\cdot\text{с}$, $\pm 2,0$ $\text{мПа}\cdot\text{с}$ в диапазоне измерений свыше 100 до 200 $\text{мПа}\cdot\text{с}$.

7.3 Абсолютную погрешность измерений плотности поверяемого ППВ в k -й точке плотности при i -м измерении ($\Delta\rho_{ki}$, $\text{кг}/\text{м}^3$) вычисляют по формуле:

$$\Delta\rho_{ki} = \rho_{ki} - \rho_{\text{эк}}$$

где ρ_{ki} - плотность пробы k -й поверочной жидкости измеренная поверяемым ППВ при i -м измерении, $\text{кг}/\text{м}^3$
 $\rho_{\text{эк}}$ - действительное значение плотности жидкости-компаратора для k -й точки измерений, $\text{кг}/\text{м}^3$

Абсолютная погрешность измерений плотности ППВ не должна превышать $\pm 0,3$ кг/м³.

8 Оформление результатов поверки

Результаты поверки оформляют протоколом (рекомендуемая форма протокола приведена в приложении А). При положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке установленной формы. При отрицательных результатах поверки выдается извещение о непригодности.

Знак поверки наносят на свидетельство о поверке.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(Рекомендуемое)

ПРОТОКОЛ № ____

первичной (периодической) поверки

преобразователя плотности и вязкости поточного ППВ-6,3.У1-Вн

Заводской № _____

Дата выпуска _____

Принадлежит _____

Место проведения поверки _____

Наименование МП

Условия поверки:

- температура окружающего воздуха, °С
- относительная влажность, %
- атмосферное давление, кПа

Сведения о средствах поверки: _____

Результаты внешнего осмотра: _____

Подтверждение соответствия программного обеспечения: _____

Результаты измерений:

Таблица 1.

Компаратора № жидкостно-поточного Показания	Показания ППВ	Показания ППВ		Действительное значение $\eta_{\text{эк}}$ динамической	Действительное значение плотности	Абсолютная $\Delta\eta_{\text{к}}$ погрешность,	Абсолютная $\Delta\rho_{\text{к}}$ погрешность,
		мА	мкс				
°С				мПа·с	кг/м ³	мПа·с	кг/м ³
1							
2							
3							

Абсолютная погрешность измерений вязкости не превышает _____

Абсолютная погрешность измерений плотности не превышает _____

Заключение _____

Подпись поверителя

Дата проведения поверки « ____ » _____ 20 ____ г.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(Обязательное)

Схемы поверки преобразователя плотности жидкости ППВ-6,3.У1-Вн

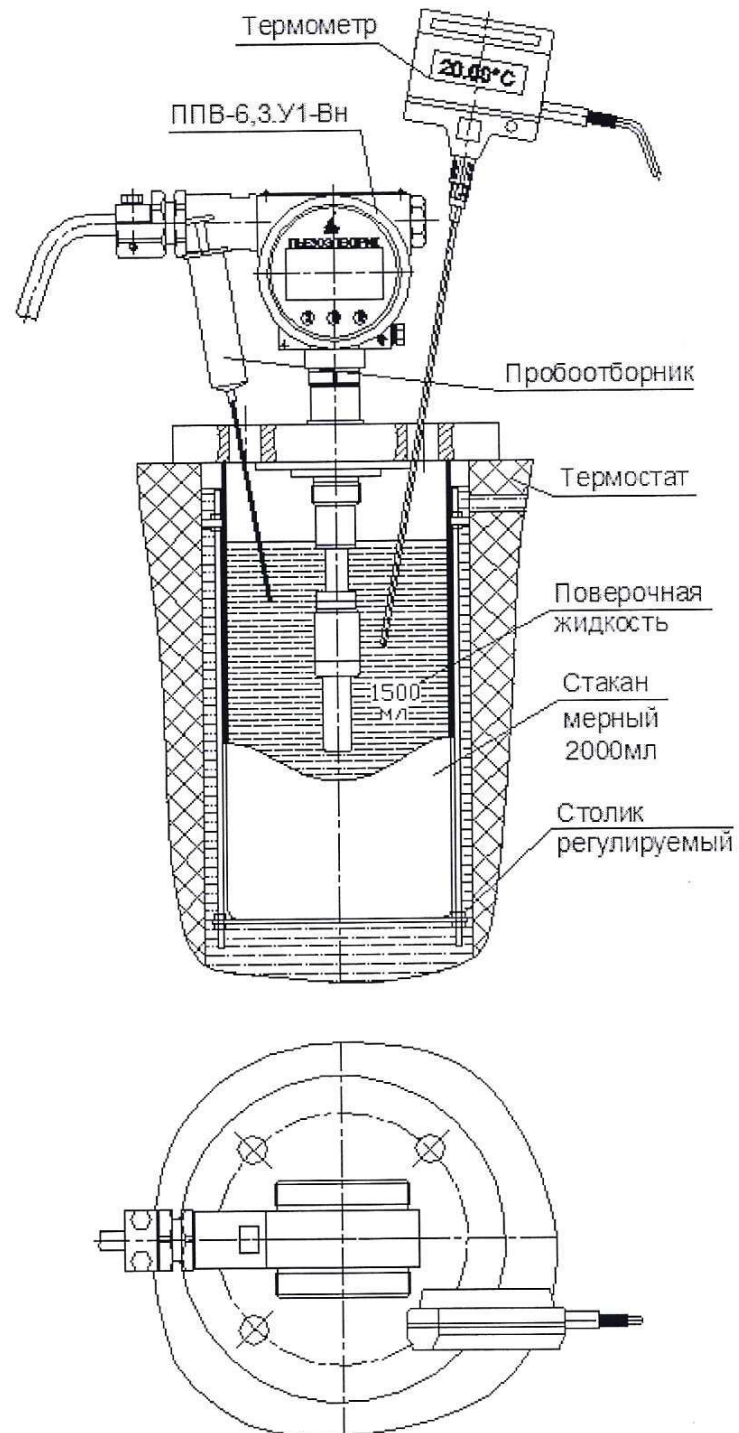


Рисунок Б.1 – Поверка ППВ в термостате

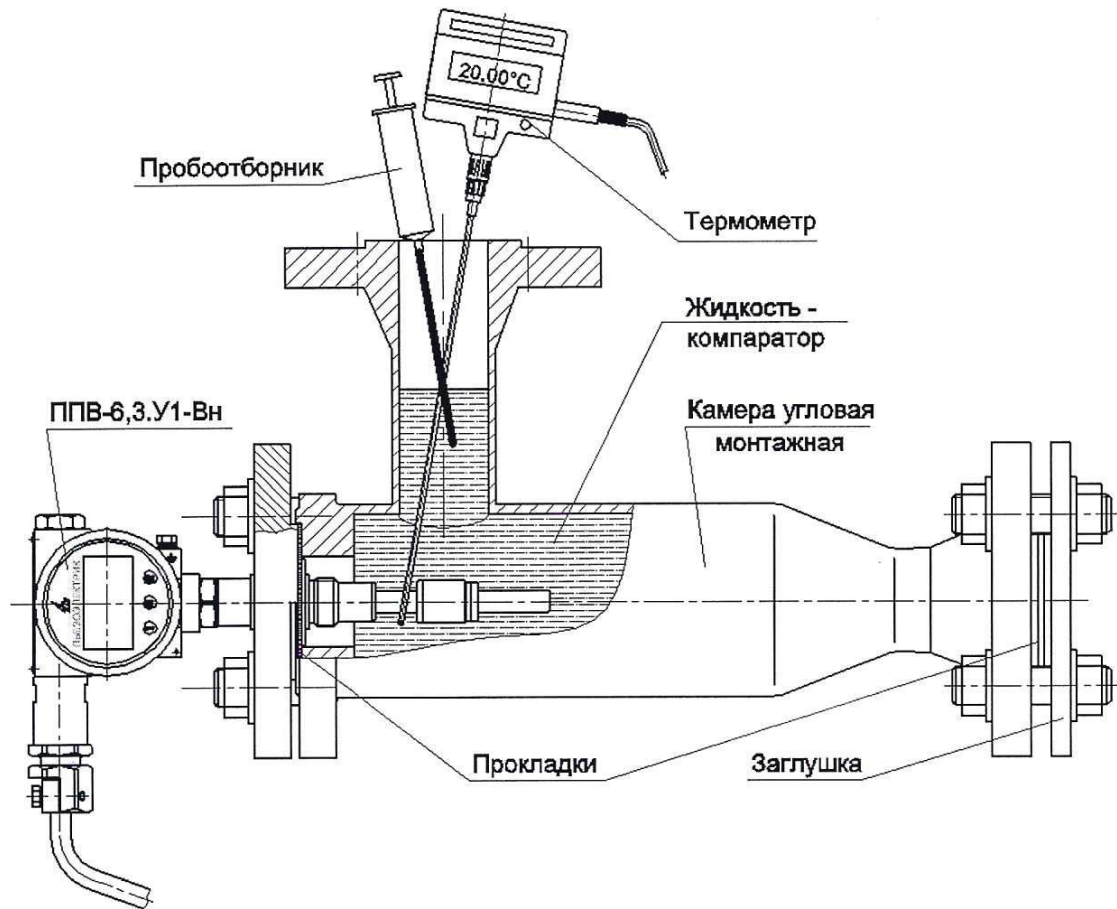


Рисунок Б.2 – Поверка ППВ в измерительной камере