

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

УТВЕРЖДАЮ

И. о. директора ФГУП «ВНИИМ  
им. Д. И. Менделеева»  
А. Н. Пронин  
мл. № 23» августа 2018 г.



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"> <li>- термостат жидкостной циркуляционный, диапазон измерений температуры от 20 °С до 50 °С, погрешность поддержания и измерения температуры не более ±0,1 °С;</li> <li>- жидкости-компараторы по МИ 1289-86, ГОСТ 13032-77, в диапазоне вязкости от 1,5 до 200 мПа·с;</li> <li>- стакан мерный из полипропилена или стекла, вместимость не менее 1000 см<sup>3</sup></li> <li>- 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;</li> <li>- частотомер электронно-счетный ЧЗ-85, диапазон измерений, Гц: от 1МГц до 200 МГц, погрешность опорного источника <math>2 \times 10^{-7}</math> / год, регистрационный номер 56478-14;</li> <li>- 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;</li> <li>- образцовая катушка сопротивления РЗх1, класс точности 0,01, сопротивление от 1 до 100 Ом,</li> <li>- преобразователь сигналов (конвертер) - RS485/RS232или RS485/USB;</li> <li>- промывочные жидкости: вода дистиллированная по ГОСТ 6709, толуол по ГОСТ 5789, нефрас по ГОСТ 8505.</li> </ul>
--	--

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  $20 \pm 5$  °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  $20 \pm 5$  °С должны находиться в диапазоне от 650 до 1000 кг/м<sup>3</sup>.

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  $20 \pm 5$  °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 плотномере (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 к-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 к-й жидкости-компаратора,  $\text{мм}^2/\text{с}$ ;

$\rho_{\text{эк}}$  - плотность к-й жидкости-компаратора, измеренная на измерителе плотности,  $\text{г}/\text{см}^3$ .

7.2 Абсолютную погрешность измерений поверяемого ППВ в к-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  $\eta_{ki}$  - динамическая вязкость пробы к-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 к-й точки измерений,  $\text{мПа}\cdot\text{с}$ .

За абсолютную погрешность преобразователя вязкости ( $\Delta\eta_{\text{maxk}}$ ,  $\text{мПа}\cdot\text{с}$ ) 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 к-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  $\rho_{ki}$  - плотность пробы к-й поверочной жидкости измеренная поверяемым ППВ при i-м измерении,  $\text{кг}/\text{м}^3$

$\rho_{\text{эк}}$  - действительное значение плотности жидкости-компаратора для к-й точки измерений,  $\text{кг}/\text{м}^3$

Абсолютная погрешность измерений плотности ППВ не должна превышать  $\pm 0,3$  кг/м<sup>3</sup>.

### **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-динамического Показания	Показания ППВ	Показания ППВ		Действительное значение динамической вязкости $\eta_{жк}$	Действительное значение плотности	Абсолютная $\Delta \rho_{жк}$ погрешность,	Абсолютная $\Delta \rho_{жк}$ погрешность,
		мПа·с	кг/м <sup>3</sup>				
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

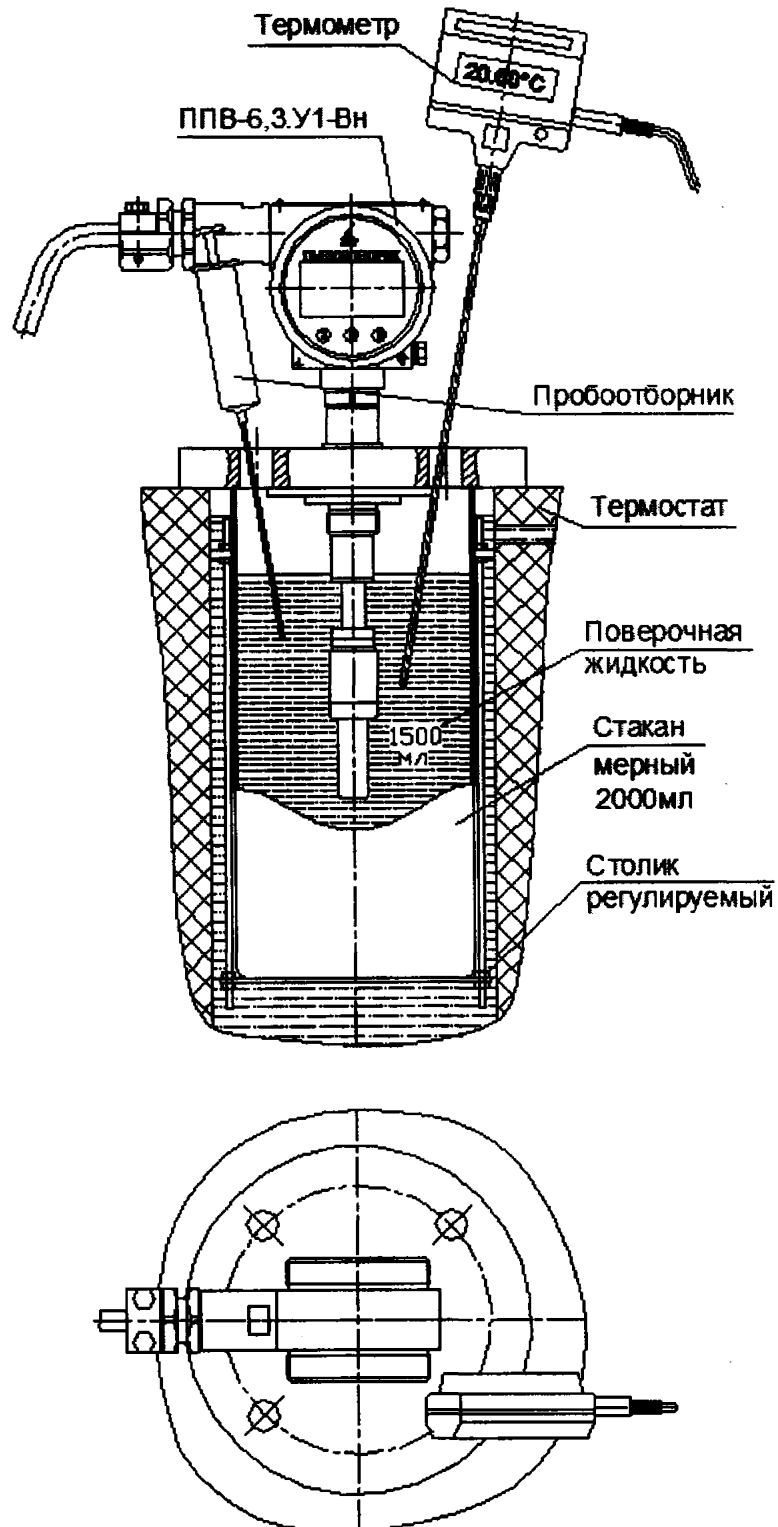


Рисунок Б.1 – Поверка ППВ в термостате

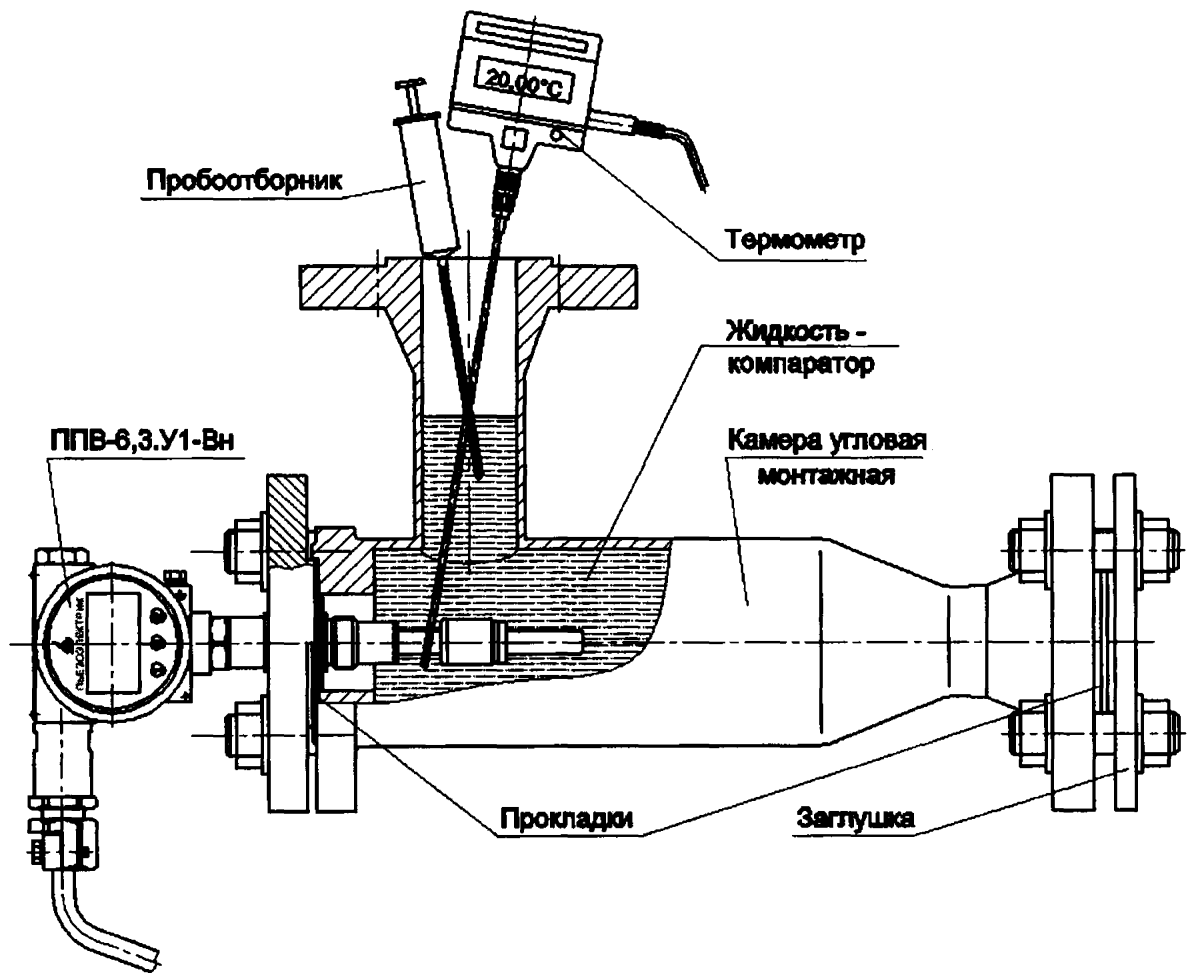


Рисунок Б.2 – Поверка ППВ в измерительной камере