

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИЙ ЦЕНТР
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
"ВНИИМ им. Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА"
(ГНМЦ ФГУП "ВНИИМ им. Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА")
ГОССТАНДАРТА РОССИИ

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора ФГУП "ВНИИМ
им. Д.И.Менделеева"

Е.П. Кривцов

2012г.



РЕКОМЕНДАЦИЯ

Государственная система обеспечения единства измерений

Преобразователи вязкости жидкости 7829 Master

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МИ 3371-2012

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2012г.

РАЗРАБОТАНА

ФГУП "ВНИИМ им. Д.И. Менделеева"

ИСПОЛНИТЕЛИ

А.А. Демьянов, А.В. Домостроев, И.В. Лесенная,

УТВЕРЖДЕНА

ФГУП "ВНИИМ им. Д.И. Менделеева"

" ____ " _____ 2012г.

ЗАРЕГИСТРИРОВАНА ФГУП "ВНИИМС"

" ____ " _____ 2012г.

ВВЕДЕНА ВПЕРВЫЕ

Настоящая рекомендация не может быть полностью или частично воспроизведена, тиражирована и (или) распространена без разрешения
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева».

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|------------------|
| <u>1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ</u> | <u>1</u> |
| <u>2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ</u> | <u>1</u> |
| <u>3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ И ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ОПЕРАТОРА</u> | <u>6</u> |
| <u>4 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ.....</u> | <u>6</u> |
| <u>5 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ</u> | <u>7</u> |
| <u>6 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ</u> | <u>8</u> |
| <u>7 ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ</u> | <u>12</u> |
| <u>8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ</u> | <u>14</u> |
| <u>ПРИЛОЖЕНИЕ А</u> | <u>15</u> |
| <u>ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....</u> | <u>17</u> |

РЕКОМЕНДАЦИЯ

| | |
|--|-----|
| ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ Преобразователи вязкости жидкости 7829 Master МЕТОДИКА ПОВЕРКИ | МИ- |
|--|-----|

Настоящая рекомендация распространяется на преобразователи вязкости жидкости 7829 Master (далее – преобразователи вязкости), изготовленные фирмой «Mobrey LTD», предназначенные для проведения поверки и калибровки рабочих поточных преобразователей вязкости модели 7827 и 7829 в составе поверочных установок и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.

Межповерочный интервал – один год.

Метод поверки основан на непосредственном сличении показаний преобразователей вязкости жидкости 7829 Master с показаниями рабочих эталонов вязкости 1-го разряда.

1 Операции поверки

При проведении поверки выполняют следующие операции

1.1. Внешний осмотр, п.6.1.

1.2. Опробование, п.6.2.

1.3 Подтверждение соответствия программного обеспечения преобразователей вязкости, п. 6.3

1.4 Определение метрологических характеристик (далее - МХ), п.6.4.

2 Средства поверки и вспомогательные материалы

- вискозиметры, рабочие эталоны единицы кинематической вязкости жидкости 1-го разряда (далее РЭ-вискозиметры) с границами допускаемой относительной погрешности измерений кинематической вязкости при $P = 0,95 \pm 0,2 \%$, поверенные в соответствии с требованиями РД 50-416-83 "МУ. Вискозиметры стеклянные капиллярные. Методы и средства поверки";

- преобразователь сигналов ТС и ТП "ТЕРКОН" в комплекте с термометром сопротивления ЭТС-100 с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры в диапазоне измерений от 0 до $60^{\circ}\text{C} \pm 0,01^{\circ}\text{C}$;

- анализатор плотности жидкостей модели DMA5000 с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерения плотности $\pm 4,0 \times 10^{-5} \text{ г/см}^3$ или не хуже;

- персональный компьютер или ноутбук с установленным программным обеспечением ADView;

- преобразователь сигналов (конвертер) RS485/RS232;

- компьютерный кабель-переходник RS232/USB или RS232/ RS232;

- кабель из двух пар экранированных проводов для подключения питания преобразователя вязкости жидкости 7829 Master и преобразователя (конвертера) RS485/RS232;

- блок питания постоянного тока $\pm 24 \text{ В}$ для преобразователя вязкости жидкости 7829 Master в соответствии с руководством по эксплуатации преобразователя вязкости;

- жидкости -компараторы, приготовленные в соответствии с МИ 1289-86;

- термостат со стабильностью поддержания температуры не хуже $\pm 0,02^{\circ}\text{C}$;

- проточная измерительная камера для преобразователя вязкости жидкости 7829 Master, применяемая совместно с поверяемым преобразователем вязкости жидкости 7829 Master. Технические требования к проточной измерительной камере приведены в Приложении Б настоящей рекомендации;

- вода дистиллированная по ГОСТ 6709-72;
- толуол по ГОСТ 5789-78;
- нефрас по ГОСТ 8505-80;
- двухромовокислый калий по ГОСТ 4220-75 ;
- кислота серная концентрированная по ГОСТ 2184-77;
- бюретка исполнения 1 или 2 вместимостью 10 см³ по ГОСТ 22292 (Δ = 0,05 см³);
- отвес;
- секундомеры электронные типа СТЦ-2, (Δ = 0,001 с) или не хуже;
- барометр-анероид метеорологический БАММ-1(номер в Госреестре СИ 5738-76);
- гигрометр психрометрический ВИТ-2 (номер в Госреестре СИ 42453-09);
- бытовой пылесос или безмаслянный компрессор.

Допускается применение других средств измерений и вспомогательных устройств с аналогичными или лучшими метрологическими характеристиками.

3 Требования безопасности и требования к квалификации оператора

При проведении поверки должны быть соблюдены общие правила техники безопасности в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.003, а также требования

безопасности и меры предосторожности, указанные в эксплуатационной документации на применяемые средства поверки.

4 Условия поверки

При проведении поверки соблюдают следующие условия:

- температура окружающего воздуха в помещении должна быть $(20,0 \pm 3,0)^{\circ}\text{C}$;
- относительная влажность не более 80%;

5 Подготовка к поверке

Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные работы:

5.1 Промывают Нефрасом чувствительный элемент преобразователя вязкости и просушивают. Промывку чувствительного элемента допускается проводить совместно с промывкой внутренних полостей проточной измерительной камеры (Приложение С). Для этого предварительно герметизируют патрубки входа-выхода измеряемой жидкости. Внешняя теплоизоляция измерительной камеры должна быть демонтирована. Промывку выполняют до тех пор, пока из сливного патрубка проточной измерительной камеры не будет сливаться чистый нефрас без следов загрязнения нефтью. В случаях сильного загрязнения внутренней полости нефтью промыть полость толуолом. Просушку внутренних полостей измерительной камеры выполняют в вытяжном шкафу подавая внутрь камеры через входной патрубок сухой воздух из компрессора или пылесоса.

5.2 Выполняют необходимые электрические подключения преобразователя вязкости к источнику питания и компьютеру в соответствии с требованиями Руководства по эксплуатации.

5.3 Промывают и сушат рабочие эталоны единицы кинематической вязкости РЭ-вискозиметры.

5.4 РЭ-вискозиметры, не загрязненные материалом жидкостей-компараторов, промывают горячей водой, заливают не менее чем на два часа хромовой смесью. Хромовую смесь приготавливают, растворив 60 г двуххромовокислого калия в 1 дм^3 дистиллированной воды и 1 дм^3 концентрированной серной кислоты.

5.5 Удаляют хромовую смесь из прибора, промывают сначала неоднократно горячей водой, а затем дистиллированной водой и сушат в сушильном шкафу при температуре не более 100⁰С.

5.5 РЭ-вискозиметры, загрязненные материалом жидкостей-компараторов, сначала тщательно промывают бензином или другим подходящим растворителем, затем не менее чем 10-тью порциями горячей воды и заполняют хромовой смесью не менее, чем на 6 часов. Приготовление хромовой смеси производят как указано в п.5.4 Последующую промывку и сушку выполняют как указано в п.5.5.

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

5.7 Приготавливают три жидкости-компаратора в соответствии с требованиями МИ 1289-86. Номинальные значения динамических вязкостей жидкостей-компараторов при температуре 20⁰ С приведены в таблице 2. В качестве основы для приготовления используют прозрачные ньютоновские жидкости углеводородного состава (минеральные масла по ГОСТ 982-80 или ГОСТ 20799-88).

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.

- соответствие проточной измерительной камеры преобразователя вязкости требованиям Приложения Б.

- соответствие значений градуировочных коэффициентов, введенных в электронный блок поверяемого преобразователя вязкости 7829 Master заводскому сертификату или предыдущему свидетельству о поверке, а так же значение коэффициента масштабирования динамической вязкости (значение коэффициента масштабирования для динамической вязкости должно быть установлено равным единице),

Примечание - Значения градуировочных коэффициентов, хранящихся в памяти электронного блока, преобразователей вязкости 7829 Master проверяют через интерфейсную программу ADView.

6.2 Опробование

Проверяют исправную работу преобразователя вязкости в соответствии с требованиями Руководства по эксплуатации.

6.3 Подтверждение соответствия программного обеспечения преобразователей вязкости

Подтверждение соответствия программного обеспечения (ПО) преобразователей вязкости состоит из определения номера версии (идентификационного номера) программного обеспечения;

6.3.1 Определение номера версии (идентификационного номера) программного обеспечения

Для определения номера версии ПО преобразователей вязкости 7829 Master нужно воспользоваться программой «ADView», имеющейся на диске, которым комплектуется преобразователь вязкости. В отчете, считанном из преобразователя вязкости, в секции «Raw Register Dump» в строке 267 «Software version string» указывается номер версии внутреннего ПО преобразователя вязкости.

Результат подтверждения соответствия программного обеспечения считается положительным, если номер версии соответствует 1.20.

6.4 Определение метрологических характеристик

6.4.1 Определение метрологических характеристик поверяемого преобразователя вязкости 7829 Master выполняют непосредственным сличением показаний динамической вязкости преобразователя с результатами измерений динамической вязкости жидкости-компаратора, полученными с применением рабочих эталонов вязкости 1-го разряда - стеклянных капиллярных вискозиметров и анализатора плотности жидкостей DMA5000. В качестве жидкостей-компараторов используются жидкости, приготовленные в соответствии с МИ 1289-86 с номинальными значениями динамической вязкости, приведенными в таблице 2.

Таблица 2

| № точки поверки | 1 | 2 | 3 |
|---|-------|---------|---------|
| Номинальная динамическая вязкость жидкости при 20 ⁰ С, мПа·с, $\eta_{\text{жк}}$ | 2 - 7 | 40 - 60 | 80 - 99 |

Номинальные значения плотности жидкостей-компараторов при 20⁰С должны находиться в диапазоне (750-1100) кг/м³.

6.4.2 Измерения динамической вязкости жидкости-компаратора поверяемым преобразователем и кинематической вязкости жидкости-компаратора рабочим эталоном вязкости 1-го разряда - стеклянным капиллярным вискозиметром выполняют одновременно.

6.4.3 Для этого внутреннюю полость проточной измерительной камеры с установленным преобразователем вязкости заполняют 1-й жидкостью-компаратором. Заполнение измерительной камеры выполняют таким образом, чтобы исключить возможность образования воздушных пузырей на поверхности чувствительного элемента. При положении камеры "электронный блок преобразователя вязкости сверху" чувствительный элемент должен быть полностью погружен в жидкость-компаратор. Устанавливают измерительную камеру с преобразователем вязкости в термостат в положение "электронный блок преобразователя вязкости сверху", крепят к корпусу

термостата. Уровень теплоносителя в термостате должен находиться на уровне верхней образующей гайки крепления вискозиметра к измерительной камере (рис.2 Приложения Б) ± 20 мм. Включают эл.питание преобразователя вязкости 7829 Master для обеспечения прогрева электронного блока.

6.4.4 Заполняют два РЭ-вискозиметра той же жидкостью компаратором в соответствии с Руководством по эксплуатации на РЭ-вискозиметры. Номинальное значение вязкости жидкости-компаратора должно находиться приблизительно в середине диапазона измерений выбранных РЭ-вискозиметров. Расчетное время истечения жидкости-компаратора в РЭ-вискозиметрах должно быть не менее 200 с, но не более 2000 с.

6.4.5 Вискозиметры, заполненные жидкостью-компаратором, устанавливают в термостат так, чтобы капилляр был строго вертикальным. Вертикальность проверяют по отвесу.

6.4.6 Погружают в теплоноситель термостата чувствительный элемент термометра сопротивления ЭТС-100.

6.4.7 Устанавливают на задатчике термостата температуру $20,00^{\circ}\text{C}$ и включают термостатирование в соответствии с требованиями Руководства по эксплуатации на термостат. После установления температуры теплоносителя $(20,00 \pm 0,02)^{\circ}\text{C}$ выдерживают измерительную камеру с преобразователем вязкости и РЭ-вискозиметры в термостате не менее 4-х часов.

Примечание: допускается заполненные жидкостью-компаратором эталонные РЭ-вискозиметры устанавливать в термостат позже установки измерительной камеры но выдерживать при температуре $(20,00 \pm 0,02)^{\circ}\text{C}$ не менее 30 минут.

6.4.8 По окончании времени выдержки измерительной камеры и эталонных РЭ-вискозиметров фиксируют результат измерения температуры теплоносителя по показаниям преобразователя сигналов ТС и ТП "ТЕРКОН" и результат измерения динамической вязкости жидкости-компаратора по показаниям преобразователя вязкости

7829 Master. Результаты измерений заносят в протокол поверки, форма которого приведена в Приложении А.

6.4.9 С помощью электронных секундомеров измеряют время истечения жидкости между метками на измерительном резервуаре эталонного РЭ-вискозиметра. При измерениях следят за тем, чтобы во время истечения не возникало пузырьков и (или) разрывов потока жидкости. При их появлении, измерения повторяют. Число измерений времени истечения на каждом вискозиметре должно быть не менее 5-ти при одном заполнении жидкостью-компаратором.

6.4.10 За действительное значение времени истечения жидкости принимают среднее арифметическое результатов измерений. Если действительное значение времени истечения жидкости отличается более, чем на 0,1% от каждого измеренного значения, измерения повторяют.

6.4.11 По окончании измерений кинематической вязкости эталонными РЭ-вискозиметрами снова фиксируют показания преобразователя сигналов ТС и ТП "ТЕРКОН" и преобразователя вязкости 7829 Master. Результаты измерений заносят в протокол поверки, форма которого приведена в Приложении А.

6.4.12 Выполняют измерения плотности жидкости-компаратора на анализаторе DMA5000 при установленной температуре измерительной ячейки 20,00 °С. Результат измерений заносят в протокол поверки.

6.4.13 Отключают электрические соединения от преобразователя вязкости, извлекают измерительную камеру с преобразователем вязкости из термостата, сливают жидкость-компаратор, промывают и просушивают внутренние полости по п.5.1 настоящей рекомендации.

6.4.14 Выполняют действия по п.п.6.4.3-6.4.12 для следующих двух жидкостей-компараторов.

6.4.15 После выполнения измерений вязкости жидкости-компаратора с номинальным значением динамической вязкости в диапазоне (80-99) мПа·с при 20,00⁰С устанавливают на задатчике термостата температуру 60,00⁰С и включают термостатирование в соответствии с требованиями Руководства по эксплуатации на термостат. После установления температуры теплоносителя (60,00±0,05)⁰С выдерживают измерительную камеру с преобразователем вязкости и РЭ-вискозиметры в термостате не менее 4-х часов. Выполняют измерения вязкости и плотности жидкости-компаратора по п.п.6.4.8-6.4.11.

6.4.16 Выполняют измерения плотности жидкости-компаратора на анализаторе DMA5000 при установленной температуре измерительной ячейки 60,00⁰С. Результат измерений заносят в протокол поверки.

7 Обработка результатов измерений

7.1 За результат измерений динамической вязкости η_{ki} жидкости-компаратора поверяемым преобразователем вязкости 7829 Master принимают среднее значение из двух результатов измерений, зафиксированных в начале и в конце измерений для одной жидкости-компаратора.

7.2 Действительное значение динамической вязкости η_{jk} жидкости-компаратора для k-й точки измерений вычисляют по формуле:

$$\eta_{ЭК1,2} = v_{ЭК} \cdot \rho_{ЭК} \quad (1)$$

где $v_{ЭК1,2}$ - среднее значение из 2-х результатов измерений кинематической вязкости k-й жидкости-компаратора 2-мя эталонными РЭ-вискозиметрами при i-м измерении, мм²/с;

$\rho_{ЭК}$ - плотность k-й жидкости-компаратора измеренная на анализаторе DMA5000, г/см³;

7.3 Кинематическую вязкость ν_{k2} к-й жидкости-компаратора, измеренную одним эталонным вискозиметром определяют по формуле:

$$\nu_{1,2} = K \left(1 - \frac{e}{\rho_{\text{ЭК}}} \right) \cdot \tau - \frac{B}{\tau}, \quad (2)$$

где K - постоянная эталонного РЭ-вискозиметра, приведенная к местному ускорению свободного падения, $\text{мм}^2/\text{с}^2$; (указана в паспорте эталонный РЭ-вискозиметр)

B - постоянная, учитывающая поправку на потерю жидкостью кинетической энергии, мм^2 ;

τ - время истечения жидкости-компаратора из измерительного резервуара вискозиметра, с

e - плотность воздуха, принимаемая $0,0012 \text{ г/см}^3$;

7.4 Абсолютную погрешность измерений поверяемого преобразователя вязкости 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 η_{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 $\Delta\eta_{ki}$.

7.5 Приведенную погрешность преобразователя вязкости при k-м значении вязкости вычисляют по формуле

$$\delta_{\max k} = \frac{\Delta \eta_{\max k}}{\eta_{\max}} \cdot 100, \quad (4)$$

где η_{\max} - верхнее значение диапазона измерений преобразователя вязкости, мПа·с.

В качестве приведенной погрешности поверяемого преобразователя вязкости выбирают максимальное значение $\delta_{\max k}$. Приведенная погрешность преобразователя вязкости для всех 4-х точек измерений не должна превышать $\pm 0,5 \%$.

8 Оформление результатов поверки

8.1 Результаты поверки оформляют протоколом, форма которого приведена в приложении А. Протокол является неотъемлемой частью свидетельства о поверке.

8.2 При положительных результатах поверки оформляют свидетельство о поверке преобразователя вязкости в соответствии с ПР 50.2.006.

8.3 При отрицательных результатах поверки преобразователь вязкости к эксплуатации не допускают, клеймо гасят, свидетельство о поверке аннулируют и выдают извещение о непригодности, с указанием причин в соответствии с ПР 50.2.006.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

ПРОТОКОЛ № ____

поверки преобразователя вязкости 7829 Master

Заводской № _____

Дата выпуска _____

Принадлежит _____

Место проведения поверки _____

| | | |
|------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| Условия поверки: | Эталонные РЭ-вискозиметры | |
| | 1-й | 2-й |
| | Зав. № _____ Постоянная К _____ | Зав. № _____ Постоянная К _____ |

- давление, кПа _____

- относительная влажность, % _____

Результаты измерений

| № жидкостно-компаратора | Показания эт. термометра | Показания поверяемого преобразователя вязкости жидкости 7829 Master | Время истечения жидкости, | | Действительное значение динамической вязкости, η_{dk} | Абсолютная погрешность, $\Delta\eta_{ki}$ | Приведенная погрешность, δ_{ki} |
|-------------------------|--------------------------|---|---------------------------|--------------------|--|---|--|
| | | | 1-й РЭ-вискозиметр | 2-й РЭ-вискозиметр | | | |
| | °C | мПа·с | с | с | мПа·с | мПа·с | % |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | |
| | 2 | 2 | 2 | 2 | | | |
| | | | 3 | 3 | | | |
| | | | 4 | 4 | | | |
| | | | 5 | 5 | | | |
| 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | |
| | 2 | 2 | 2 | 2 | | | |
| | | | 3 | 3 | | | |
| | | | 4 | 4 | | | |
| | | | 5 | 5 | | | |
| 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | |
| | 2 | 2 | 2 | 2 | | | |
| | | | 3 | 3 | | | |
| | | | 4 | 4 | | | |
| | | | 5 | 5 | | | |

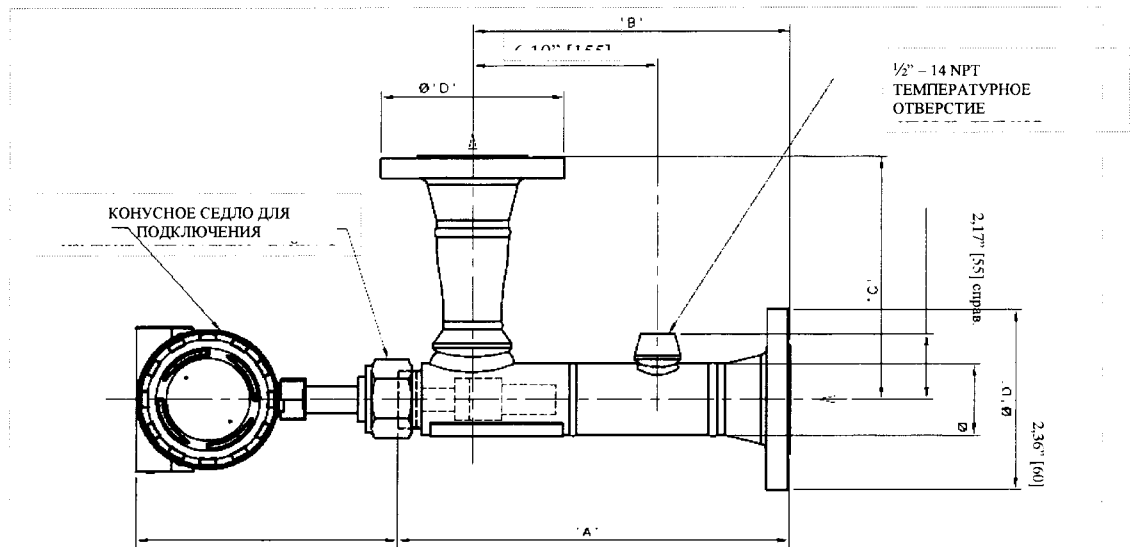
| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|--|--|--|
| 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | |
| | 2 | 2 | 2 | 2 | | | |
| | | | 3 | 3 | | | |
| | | | 4 | 4 | | | |
| | | | 5 | 5 | | | |

Подпись лица, проводившего поверку

Дата проведения поверки

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Технические требования к проточной измерительной камере преобразователя вязкости жидкости 7829 Master



| Тип подключения | Размер «А» | Размер «В» | Размер «С» | Диаметр «D» |
|--------------------|------------------|------------------|-----------------|-----------------|
| 2-дюйм. ANSI 150RF | 12,60 дюйм [320] | 10,20 дюйм [259] | 7,80 дюйм [198] | 5,98 дюйм [150] |

Допускается вместо фланцевых соединений ANSI 150RF применять резьбовые соединения в т.ч. для гибких шлангов высокого давления при условии соблюдения размеров А и С.

Допускается применять готовые изделия Flow-through chamber, Type №782791XXXXX, производства фирмы Mobrey Ltd.