Государственный научный метрологический центр

ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева»

(ГНМЦ ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»)

Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по научной работе

ГНМЦ ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

_____ Кривцов Е.П.

«__6__» _____ 2012 г.

Р Е К О М Е Н Д А Ц И Я

Государственная система обеспечения единства измерений

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ПЛОТНОСТИ ПОТОЧНЫЕ

Методика поверки на месте эксплуатации

МИ 2816-2012

Санкт-Петербург

2012

gost.e-ecolog.ru

ПРЕДИСЛОВИЕ

1 РАЗРАБОТАНА	ГМНЦ ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»
ИСПОЛНИТЕЛИ	Снегов В.С., кандидат технических наук
2 РАЗРАБОТАНА	ООО «ИМС Индастриз»
ИСПОЛНИТЕЛИ:	Дворяшин А.А., кандидат физико-математических наук, Сафонов А.В.; Каррамов И.Р.; Ягунин Г.А.; Сагдеев Р.С.
3 УТВЕРЖДЕНА	ГНМЦ ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»
4 ЗАРЕГИСТРИРОВАНА	ФГУП Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы
5 ВВЕДЕНА ВЗАМЕН	МИ 2816-2011

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

СОДЕРЖАНИЕ

1 Область применения 1

2 Нормативные ссылки 1

3 Термины, определения и сокращения 2

4 Операции поверки 2

5 Средства поверки 2

6 Требования безопасности 3

7 Условия поверки 4

8 Подготовка к поверке 4

9 Проведение поверки и обработка результатов измерений 5

10 Оформление результатов поверки 10

Приложение А Определение коэффициентов CTL, CPL и плотности ρ_{15} 11

Приложение Б Рис 1. Термокарман 14

Приложение В Форма протокола поверки 15

РЕКОМЕНДАЦИЯ

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ПЛОТНОСТИ ПОТОЧНЫЕ МЕТОДИКА ПОВЕРКИ НА МЕСТЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ	МИ 2816 - 2012

1 Область применения

Настоящая рекомендация распространяется на вибрационные поточные преобразователи плотности, предназначенные для измерений плотности нефти и нефтепродуктов в диапазоне от 610 до 1100 кг/м^3, и устанавливает методику их первичной и периодической поверок на месте эксплуатации.

Интервал между поверками – не более одного года.

2 Нормативные ссылки

[1] ГОСТ 8.024 – 2002 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений плотности.

[2] ТУ 25-2021.003-98 Термометры ртутные стеклянные лабораторные. Технические условия.

[3] ТУ 25.05.1481-77 Манометры, мановакуумметры и вакуумметры для точных измерений типов МТИ и ВТИ. Технические условия.

[4] ГОСТ 7590-93 (МЭК 51-4-84) Приборы аналоговые показывающие электроизмерительные прямого действия и вспомогательные части к ним. Часть 4. Особые требования к частотомерам.

[5] ГОСТ 18300-87 Спирт этиловый ректификованный технический. Технические условия.

[6] ГОСТ 8505-80 Нефрас-С 50/170. Технические условия.

[7] ТУ 38.401-67-108-92 (взамен ГОСТ 443-76 Бензин-растворитель для резиновой промышленности. Технические условия)

[8] РД 39-0147103-354-89. Руководящий документ. Типовое положение о лаборатории, производящей анализы нефти при приемо-сдаточных операциях.

[9] ГОСТ 12.4.009-83 ССБТ. Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды. Размещение и обслуживание.

3 Термины, определения и сокращения

ИВК – измерительно-вычислительный комплекс, в том числе вычислители расхода, измерительные контроллеры;

ПП – преобразователь плотности;

Продукт – нефть и нефтепродукты;

СИ – средство измерений;

Эталонное СИ - Установка пикнометрическая переносная, допущенная к применению в качестве рабочего эталона 1-го разряда в соответствии с ГОСТ 8.024 [1].

4 Операции поверки

При проведении поверки выполняют следующие операции:

- внешний осмотр (6.1);
- опробование (6.2);
- определение метрологических характеристик (6.3).

5 Средства поверки и вспомогательное оборудование

При проведении поверки применяют следующие средства поверки:

5.1 Эталонное СИ с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений плотности – не более ± 0,1 кг/м^3 в диапазоне температур от 0 °С до 50 °С; не более ± 0,15 кг/м^3 в диапазоне температур от 50 °С до 100 °С.

5.2 Если эталонное СИ не имеет встроенных термокарманов с датчиком (датчиками) температуры и индикатором температуры, то оно комплектуется дополнительно:

двумя переносными термокарманами, один из которых устанавливается на входе продукта в пикнометры, второй - на выходе из пикнометров;

термометром цифровым в комплекте с термопреобразователем (термопреобразователями) сопротивления или двумя термометрами стеклянными для диапазона температуры продукта в трубопроводе с ценой деления шкалы 0,1 °С, пределами допускаемой абсолютной по-

грешности не более ± 0,2 °С.

Допускается измерение температуры по термопреобразователям сопротивления, вмонтированным в кейс (теплоизолирующий футляр эталонного СИ).

Чертёж термокармана представлен в Приложении Б.

5.3 На трубопроводе в месте установки поверяемого ПП должны быть следующие средства измерений:

– термопреобразователь сопротивления с преобразователем измерительным, пределы допускаемой абсолютной погрешности не более ± 0,2 °С;

– термометр стеклянный ртутный типа ТЛ-4Б по ТУ25-2021.003 [2], цена деления шкалы 0,1 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности не более ± 0,2 °С;

– преобразователь избыточного давления измерительный, пределы допускаемой приведенной погрешности не более ± 0,5 %;

– манометр точных измерений МТИ – 0,6 по ТУ25.05.1481 [3].

5.4 ИВК с каналами связи, по которым передаются выходные сигналы поверяемого ПП, преобразователей избыточного давления и температуры.

Примечание – допускается, для измерения частотного сигнала, вместо ИВК использовать частотомер электронно-счетный Ч3-38 по ГОСТ 7590 (МЭК 51-4) [4], диапазон измерений от 10 Гц до 10 МГц; источник постоянного тока и напряжения Б5-38 с нестабильностью не хуже ± 0,01 %.

5.5 Барометр метеорологический с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более ± 1,5 мм рт.ст. или ± 0,2 кПа

5.6 Пылесос (фен) электрический бытовой.

5.7 Промывочные жидкости: спирт этиловый ректификованный технический по ГОСТ 18300 [5], нефрас по ГОСТ 8505 [6] или бензин-растворитель для резиновой промышленности по ТУ 38-401-67-108 [7].

5.8 Салфетки хлопчатобумажные, ветошь.

Допускается применение других средств поверки с аналогичными или лучшими характеристиками.

6 Требования безопасности

При проведении поверки соблюдают следующие требования безопасности:

6.1 Требования безопасности - в соответствии с инструкцией по эксплуатации объекта,

на котором установлен поверяемый ПП, и требования безопасности при работе в химико-аналитической лаборатории [8], в которой проводят работы по поверке ПП.

6.2 При работе с эталонной СИ соблюдают меры безопасности в соответствии с требованиями технической документации.

6.3 Помещения, в которых проводят работы с легковоспламеняющимися жидкостями, оборудуют установками пожарной сигнализации и пожаротушения в соответствии с ГОСТ 12.4.009 [9] и оснащают приточно-вытяжной вентиляцией и вытяжными шкафами.

6.4 Не допускается хранить пикнометры в заполненном состоянии после завершения измерений. Невыполнение этого требования может привести к неконтролируемому повышению давления в них выше допустимой величины, вследствие естественного нагрева продукта в пикнометрах и к последующему повреждению пикнометров.

7 Условия поверки

При проведении поверки соблюдают следующие условия:

– диапазон температуры окружающего воздуха, °С:

- при отборе пробы продукта в пикнометры, °С от 5 до 50;
- при взвешивании пикнометров, °С от 15 до 25;

–диапазон температуры продукта, °С от 0 до 100;

– избыточное давление продукта при отборе проб в пикнометры, МПа не более 10,0;

– расход продукта через пикнометры при отборе проб, $м^3/ч$ не менее 0,2

8 Подготовка к поверке

Перед проведением поверки выполняют следующие работы:

– промывают внутреннюю полость ПП бензином или нефрасом, используя шомпол с ершиком из мягкого материала или ткань;

– пикнометры разбирают, промывают бензином или нефрасом, сушат на воздухе или продувая их пылесосом (феном), и собирают;

– электронные весы подготавливают в соответствии с инструкцией по эксплуатации;

– взвешивают пустые пикнометры:

методом прямого взвешивания, если используемые весы имеют функцию калибровки по массе;

методом сравнения с известной массой, если весы не имеют функции калибровки по массе и используются в качестве компаратора.

При прямом взвешивании, непосредственно перед взвешиванием пикнометров калибруют весы в соответствии с инструкцией по эксплуатации. Каждый пикнометр взвешивают не менее трех раз, вычисляют среднее значение результатов взвешиваний.

При использовании метода сравнения с известной массой, кроме пикнометров взвешивают известную массу (набор гирь) также не менее трех раз и вычисляют средние значения результатов взвешиваний каждого пикнометра и среднее значение результатов взвешиваний набора гирь. Сходимость результатов взвешиваний - не более 0,02 г, в противном случае повторяют взвешивания;

– измеряют температуру атмосферного воздуха и барометрическое давление в комнате, где проводились взвешивания;

– пикнометры подсоединяют к трубопроводу в соответствии с инструкцией по их эксплуатации;

- устанавливают расход продукта через ПП в пределах его рабочего диапазона расхода;

- устанавливают расход продукта через пикнометры - не менее 0,2 $м^3$/ч;

– для эталонного СИ, у которого нет встроенных термокарманов - подсоединяют термокарманы на входе продукта в пикнометры, и на выходе из пикнометров;

- в термокарманы устанавливают термометры или термопреобразователи сопротивления.

9 Проведение поверки и обработка результатов измерений

9.1 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра устанавливают:

– соответствие комплектности и маркировки ПП требованиям технической документации;

– отсутствие на ПП механических повреждений и дефектов покрытий, ухудшающих его внешний вид и мешающих работе;

– соответствие надписей и обозначений на ПП требованиям технической документации;

– правильность монтажа ПП и эталонного СИ, отсутствие протечек через фланцевые и резьбовые соединения.

9.2 Опробование

Проверяют общее функционирование ПП с ИВК в соответствии с инструкцией по эксплуатации, соответствие введенных в ИВК градуировочных коэффициентов по сертификату ПП и правильность вычисляемых значений плотности.

9.3 Определение абсолютной погрешности ПП

Абсолютную погрешность ПП определяют, как разность результатов измерений плотности продукта одновременно ПП и эталонным СИ.

Плотность продукта вычисляют по результатам измерений периода колебаний выходного сигнала ПП.

Измерения начинают после стабилизации параметров продукта в ПП и эталонном СИ, когда изменение температуры продукта во времени не превышает 0,1 ^{0}С/мин, изменение давления – 0,05 МПа/мин, изменение периода – 0,02 мкс/мин.

С помощью ИВК фиксируют значение периода колебаний выходного сигнала ПП, значения температуры и давления продукта в трубопроводе и одновременно снимают показания температуры в термокарманах на входе и выходе эталонного СИ. Если используется одноканальный цифровой термометр с одним термопреобразователем сопротивления, то его погружают поочерёдно в термокарманы на входе продукта в эталонное СИ и на его выходе.

Примечание – допускается измерять частоту (период колебаний) выходного сигнала ПП с помощью частотомера.

Закрывают краны пикнометров, начиная с выходного крана второго по потоку пикнометра.

Отсоединяют пикнометры, промывают наружную поверхность нефрасом или бензином и продувают либо сетевым сухим сжатым воздухом, либо пылесосом (феном) до полного удаления остатков промывочной жидкости.

9.3.1 Взвешивают заполненные пикнометры аналогично взвешиванию пустых пикнометров согласно разделу 8.

9.3.2 Опорожняют пикнометры, разбирают их, моют корпус пикнометра и детали кранов нефрасом или бензином и продувают сухим воздухом до полного удаления остатков промывочной жидкости. При наличии воды в продукте рекомендуется предварительно промыть пикнометры и детали кранов спиртом.

Собирают пикнометры и взвешивают согласно разделу 8. Сходимость результатов взвешивания пустых пикнометров до и после измерения плотности - не более 0,02 г, в противном случае измерения плотности повторяют.

Примечание – Допускается разбирать, проводить взвешивание пустых пикнометров по 9.3.3 не при каждом измерении плотности, а после серии из 3-5 измерений.

9.3.3 При прямом методе взвешивания результат измерений плотности одним из пикнометров $\rho_{1(2)}$, кг/м^3, вычисляют по формуле

$$\rho_{1(2)} = \frac{[W_З - W_П] \cdot \left[1 - \frac{\rho_a}{\rho_Г}\right] + \rho_a \cdot V_{tP}}{V_{tP}} \times 10^3, \text{ кг/м}^3 \quad (1)$$

где Wз и Wп – средние арифметические значения показаний весов при взвешиваниях заполненного и пустого пикнометра соответственно, г;

ρ_a– плотность атмосферного воздуха, г/см^3, вычисленная по формуле

$$\rho_a = \frac{(0{,}34848 \cdot P_a - 0{,}009024 \cdot h \cdot e^{0{,}0612 t_a}) \cdot 10^{-3}}{273{,}15 + t_a}, \text{ г/см}^3, \quad (2)$$

где P_a – барометрическое давление, гПа.;

t_a – температура атмосферного воздуха, ^{o}C;

h - относительная влажность воздуха, %

$\rho_г$ – плотность материала гирь (если нет данных, принимают $\rho_г$ = 8,0 г/см^3);

V_{tP} – вместимость пикнометра, приведенная к условиям отбора пробы продукта, см^3, вычисленная по формуле

$$V_{tP} = V + F_t \times (t_П - t_o) + F_p \times P_П \times 10, \quad (3)$$

где V – вместимость пикнометра, указанная в свидетельстве о поверке, см^3;

F_t – коэффициент изменения вместимости пикнометра при изменении температуры продукта, указанный в свидетельстве о поверке, см^3/^{o}C;

$t_П$ – среднее арифметическое значение показаний СИ температуры в термокарманах на входе продукта в пикнометры и на выходе или по термопреобразователям сопротивления, вмонтированным в кейс, ^{0}C;

t_o – температура поверки пикнометра, указанная в свидетельстве о поверке, ^{o}C;

F_P – коэффициент изменения вместимости пикнометра при изменении давления продукта, указанный в свидетельстве о поверке, см^3/бар;

$P_П$ – давление в пикнометре при отборе пробы продукта (по показанию преобразователя давления или манометра на трубопроводе), МПа.

При взвешиваниях пикнометров методом сравнения с известной массой (гирь) результат измерений плотности $\rho_{1(2)}$, вычисляют по формуле

$$\rho_{1(2)} = \frac{\left[\frac{W_З}{W_{ГЗ}} \cdot M_З - \frac{W_П}{W_{ГП}} \cdot M_П\right] \cdot \left[\frac{1 - \frac{0{,}0012}{8{,}0}}{1 - \frac{\rho_a}{\rho_г}}\right] + \rho_a \cdot V_{tP}}{V_{tP}} \cdot 10^3, \text{ кг/м}^3, \quad (4)$$

где $W_{ГЗ}$ и $W_{ГП}$ - средние арифметические значения показаний весов при взвешиваниях гирь, замещающих массу заполненного и пустого пикнометра, соответственно, г;

$\rho_г$ – плотность гирь,г/см^3;

$M_З$ и $M_П$ - известная условная масса гирь (из свидетельств о поверке), замещающих массу заполненного и пустого пикнометра, соответственно, г.

Вычисляют результат измерений плотности продукта вторым пикнометром по формуле (1) или (4). Если разность результатов измерений плотности продукта первым и вторым пикнометрами не превышает 0,20 кг/м^3, результаты считают достоверными. В противном случае повторяют измерения по п.9.3.

Вычисляют среднее арифметическое значение этих двух результатов измерений плотности по формуле

$$\rho_П = \frac{1}{2} \times (\rho_1 + \rho_2), \quad (5)$$

где $\rho_П$ – результат измерения плотности эталонным СИ, кг/м^3;

ρ_1, ρ_2 – результаты измерений плотности первым и вторым пикнометрами соответственно, кг/м^3.

Если температура продукта в эталонном СИ отличается от температуры продукта в ПП более чем на 0,1°С, значение плотности $\rho_П$ приводят к температуре продукта в ПП по формуле

$$\rho_{Пприв} = \rho_{15} \cdot CTL_{ПП} \cdot CPL_{ПП} \quad (6)$$

где $\rho_{П_{прив}}$ – результат измерения плотности эталонным СИ, приведенный к температуре продукта в ПП, кг/м^3;

ρ_{15} – значение плотности продукта при t = 15 °С и Р = 0 МПа, кг/м^3;

$CTL_{ПП}$ – коэффициент, учитывающий влияние температуры на объем продукта, определенный для $t_{ПП}$ и ρ_{15};

$CPL_{ПП}$ – коэффициент, учитывающий влияние давления на объем продукта, определенный для

$t_{ПП}$, $P_{ПП}$ и $\rho_{15\$}$

$t_{ПП}$ – температура продукта в поверяемом ПП, °С;

$P_{ПП}$ – давление продукта в поверяемом ПП, Мпа.

Методика определения коэффициентов CTL, CPL и плотности ρ_{15} дана в приложении А.

Операции поверки по пунктам 9.3.1, 9.3.2 и 9.3.4 проводят не менее трех раз, результаты заносят в протокол поверки (Приложение В).

9.3.4 Абсолютную погрешность ПП при каждом измерении вычисляют по формуле

$$\Delta\rho = \rho_{t,P} - \rho_{П_{прив}}, \quad (7)$$

где $\rho_{t,p}$ – плотность, измеренная ПП при температуре и давлении поверки, кг/м^3.

Значение $\rho_{t,p}$ при поверке вычисляют по формулам

$$\rho_{t,P} = \rho_t \times (1 + K20 \times P_{ПП} \times 10) + K21 \times P_{ПП} \times 10, \quad (8)$$

$$\rho_t = \rho \times [1 + K18 \times (t_{ПП} - 20)] + K19 \times (t_{ПП} - 20), \quad (9)$$

$$\rho = K0 + K1 \times T + K2 \times T^2, \quad (10)$$

$$K20 = K20A + K20B \times P_{ПП} \times 10, \quad (11)$$

$$K21 = K21A + K21B \times P_{ПП} \times 10, \quad (12)$$

где К0, К1, К2 – калибровочные коэффициенты ПП из сертификата его градуировки;

ρ – плотность продукта, вычисленная без коррекции на температуру и давление в ПП при его поверке;

ρ_t – плотность продукта, вычисленная с коррекцией на температуру ПП;

К20, К21– коэффициенты коррекции по давлению;

К18 и К19 – калибровочные коэффициенты коррекции по температуре ПП из сертификата его градуировки;

К20А, К20В, К21А, К21В – калибровочные коэффициенты коррекции по давлению из сертификата его градуировки;

Т – период колебаний выходного сигнала ПП, мкс.

При поверке ПП SARASOTA FD950, FD960 с сертификатом градуировки, в котором не используют коэффициенты К0, К1,..., К21, плотность $\rho_{t,P}$ вычисляют по формулам

$$\rho_{t,P} = 2D_0 \frac{(T - T_{0corrected})}{T_{0corrected}} \left[1 + \frac{K}{2} \frac{(T - T_{0corrected})}{T_{0corrected}} \right], \quad (13)$$

$$T_{0\ corrected} = T_0 + TEMPCO(t_{ПП} - t_{cal}) + PRESCO(P_{ПП} - P_{cal}) \times 10, \quad (14)$$

где D_0, К, – коэффициенты ПП из сертификата его градуировки);

$T_{0\ corrected}$ – коэффициент, учитывающий влияние температуры и давления в ПП при его поверке;

T_0 – коэффициент ПП (из сертификата градуировки ПП), мкс;

TEMPCO – температурный коэффициент (из сертификата градуировки), мкс/^{0}С;

t_{cal} – температура градуировки ПП (из сертификата градуировки), ^{0}С;

PRESCO – коэффициент давления (из сертификата градуировки), мкс/бар;

P_{cal} – абсолютное давление градуировки ПП (из сертификата градуировки), МПа.

При поверке ПП с другими градуировочными коэффициентами значение $\rho_{t,p}$ вычисляют по алгоритму, приведённому в документации на поверяемую модель ПП с учётом поправок на влияние температуры и давления, используя значения периода сигнала, температуры, давления и коэффициенты из сертификата градуировки или предыдущего свидетельства о поверке ПП.

Абсолютная погрешность, вычисленная по формуле (7) для каждого измерения плотности при поверке ПП, используемых при учетных операциях, не должна превышать ±0,30 кг/м^3.

Для ПП, не используемых при учетных операциях, абсолютная погрешность не должна превышать предела допускаемой абсолютной погрешности, установленного в описании типа для данной модели.

10 Оформление результатов поверки

10.1 Результаты поверки оформляют протоколом по форме, приведенной в Приложении В.

10.2 При положительных результатах поверки преобразователь плотности признают годным к применению и на него выдают свидетельство о поверке установленной формы.

10.3 При отрицательных результатах поверки преобразователь плотности к применению не допускают и выдают извещение о непригодности с указанием причин.

Приложение А

Определение коэффициентов CTL, CPL и плотности ρ_{15}

А.1 Определение коэффициентов CTL, CPL и плотности ρ_{15}

А.1.1 Определение коэффициента CTL

Значение коэффициента CTL, учитывающего влияние температуры на объем продукта (при t = 15 °С и Р = 0 МПа) определяют по формулам

$$CTL = \exp[-\alpha_{15} \cdot \Delta t \cdot (1 + 0{,}8 \cdot \alpha_{15} \cdot \Delta t)], \quad (А.1)$$

$$\alpha_{15} = \frac{K_0 + K_1 \cdot \rho_{15}}{\rho_{15}^2} + K_2, \quad (А.2)$$

$$\Delta t = t - 15, \quad (А.3)$$

где ρ_{15} – значение плотности продукта при t = 15 °С и Р = 0 МПа, кг/м^3;

t – значение температуры продукта, °С;

α_{15} – значение коэффициента объемного расширения продукта при t = 15 °С и Р = 0 МПа, 1/°С;

K_0, K_1, K_2 – коэффициенты выбираются из таблицы А.1.

Таблица А.1 - Значения коэффициентов K_0, K_1 и K_2 в зависимости от типа продукта

		Диапазон плотности при 15 °С, кг/м^3	K_0	K_1	K_2
Нефть		611,2≤ ρ_{15} <1163,8	613,9723	0,0000	0,0000
Группы нефтепродуктов	Бензины	611,2≤ ρ_{15} <770,9	346,4228	0,43884	0,0000
	Топлива, занимающие по плотности промежуточное место между бензинами и керосинами	770,9≤ ρ_{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≤ ρ_{15} <838,7	594,5418	0,0000	0,0000
	Дизельные топлива, печные топлива, мазуты	838,7 ≤ ρ_{15} <1163,9	186,9696	0,4862	0,0000
Смазочные масла нефтяного происхождения, полученные из дистиллятных масленых фракций с температурой кипения выше 370 °С		801,3 ≤ ρ_{15} <1163,9	0,0000	0,6278	0,0000

Примечания

1 Нефтепродукты разделены на группы, имеющие внутри подгруппы, в указанном в таблице диапазоне плотности, аналогичные характеристики зависимости между коэффициентом объемного расширения α_{15} и плотностью нефтепродукта ρ_{15}. Наименование групп носит услов-

ный 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 и K_2, той подгруппы нефтепродуктов, которой соответствует его плотность ρ_{15}. Так, например бензин с плотностью ρ_{15} более 770,9 кг/м^3 следует относить к подгруппе «топлива, занимающие по плотности промежуточное место между бензинами и керосинами» и расчет плотности проводить по коэффициентам, соответствующим данной подгруппе.

3 При наличии уточненных и утвержденных в установленном порядке коэффициентов K_0, K_1 и K_2 для нефти и нефтепродуктов рекомендуется для расчета плотности применять уточненные коэффициенты.

А.1.2 Определение коэффициента CPL

Значение коэффициента CPL, учитывающего влияние давления на объем продукта (при t = 15 °С и Р = 0 МПа) определяют по формулам

$$CPL = \frac{1}{1 - b \cdot P \cdot 10}, \qquad (A.4)$$

$$b = 10^{-4} \cdot \exp\left(-1{,}62080 + 0{,}00021592 \cdot t + \frac{0{,}87096 \cdot 10^6}{\rho_{15}^{\,2}} + \frac{4{,}2092 \cdot 10^3 \cdot t}{\rho_{15}^{\,2}}\right), \qquad (A.5)$$

где ρ_{15} – значение плотности продукта при t = 15 °С и Р = 0 МПа, кг/м^3;

t – значение температуры продукта, °С;

Р – значение избыточного давления продукта, МПа;

10 – коэффициент перевода единиц измерения давления МПа в бар.

А.1.3 Определение плотности ρ_{15}

Значение плотности продукта при t = 15 °С и Р = 0 МПа, ρ_{15}, кг/м^3 определяют по формуле

$$\rho_{15} = \frac{\rho_{П}}{CTL_{П} \cdot CPL_{П}}, \qquad (A.6)$$

где $\rho_{П}$ – значение плотности продукта в эталонном СИ, кг/м^3;

$CTL_{П}$ – коэффициент, учитывающий влияние температуры на объем продукта, определенный для $t_{П}$ и ρ_{15};

$CPL_{П}$ – коэффициент, учитывающий влияние давления на объем продукта, определенный для

$t_П$, $P_П$ и ρ_{15};

$t_П$ – значение температуры продукта в эталонном СИ, °С;

$P_П$ – значение давления продукта в эталонном СИ, МПа;

Для определения ρ_{15} необходимо определить значения $CTL_П$ и $CPL_П$, а для определения $CTL_П$ и $CPL_П$, в свою очередь, необходимо определить значение плотности при стандартных условиях ρ_{15}. Поэтому значение ρ_{15} определяют методом последовательного приближения.

1) Определяют значения $CTL_{П(1)}$ и $CPL_{П(1)}$, принимая значение ρ_{15} равным значению $\rho_П$.

2) Определяют значения $\rho_{15(1)}$, кг/м^3:

$$\rho_{15(1)} = \frac{\rho_П}{CTL_{П(1)} \cdot CPL_{П(1)}} \qquad (A.7)$$

3) Определяют значения $CTL_{П(2)}$ и $CPL_{П(2)}$, принимая значение ρ_{15} равным значению $\rho_{15(1)}$.

4) Определяют значение $\rho_{15(2)}$, кг/м^3:

$$\rho_{15(2)} = \frac{\rho_П}{CTL_{П(2)} \cdot CPL_{П(2)}} \qquad (A.8)$$

5) Аналогично пунктам (3) и (4), определяют значения $CTL_{П(i)}$, $CPL_{П(i)}$ и $\rho_{15(i)}$ для i-го цикла вычислений и проверяют выполнение условия:

$$\left|\rho_{15(i)} - \rho_{15(i-1)}\right| \le 0{,}001, \qquad (A.9)$$

где $\rho_{15(i)}$, $\rho_{15(i-1)}$ – значения ρ_{15}, определенные, соответственно, за последний и предпоследний цикл вычислений, кг/м^3.

Процесс вычислений продолжают до выполнения условия (А.9). За значение ρ_{15} принимают последнее значение $\rho_{15(i)}$.

Приложение Б

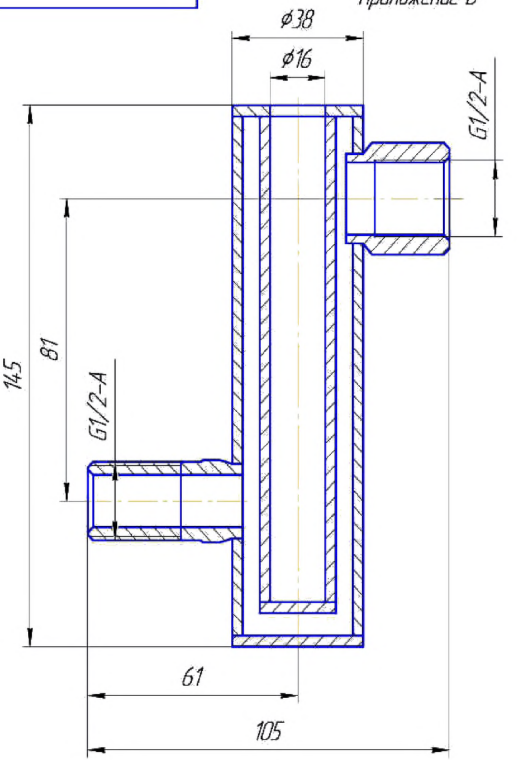

Рис. 1 Термокарман

Приложение В
Форма протокола поверки

П Р О Т О К О Л № _____
поверки преобразователя плотности

Тип преобразователя _____
Заводской номер _____
Владелец _____
Место поверки _____
Температура окружающего воздуха при взвешивании пикнометров _____ ^{0}C
Атмосферное давление _____ мм рт. ст.

Определение метрологических характеристик

Температура продукта		Давление продукта		Плотность, измеренная пикнометрами	Плотность, измеренная пикнометрами, приведенная	Значение периода колебаний преобразователя плотности	Плотность, измеренная преобразователем плотности	Абсолютная погрешность преобразователя плотности
в преобразователе плотности	в пикнометрах	в преобразователе плотности	в пикнометрах					
°C	°C	МПа	МПа	кг/м^3	кг/м^3	мкс	кг/м^3	кг/м^3

Градуировочные коэффициенты _____
_____
_____ от _____

Должность, подпись, И.О. Фамилия лица, проводившего поверку _____

gost.e-ecolog.ru

Дата проведения поверки «___» _____ 201 ___