

Государственный научный метрологический центр  
Всероссийский научно-исследовательский институт расходометрии  
(ГНМЦ - ВНИИР)  
Госстандарта России

## **РЕКОМЕНДАЦИЯ**

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ  
ПОТОЧНЫЕ ВИБРАЦИОННЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ПЛОТНОСТИ

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ НА МЕСТЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ.  
МИ 2403 - 95

Казань - 1995

Настоящая рекомендация распространяется на поточные вибрационные преобразователи плотности жидкости (в дальнейшем - ПП), входящие в состав узлов учета товарной нефти и устанавливает методику их первичной и периодической поверки на месте эксплуатации с использованием в качестве средств поверки автоматических плотномеров.

Допускается по настоящей методике проводить поверку преобразователей плотности в комплекте со специализированными контроллерами, преобразующими выходной сигнал ПП в значение плотности.

Межповерочный интервал - 1 год.

## 1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При проведении поверки выполняют следующие операции:

- внешний осмотр (п.7.1);
- опробование (п.7.2);
- определение абсолютной погрешности (п.7.3).

## 2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки применяют следующие средства поверки:

2.1.1 Автоматический плотномер-рабочий эталон (РЭ) плотности 1-го разряда по ГОСТ 8.024 с диапазоном измерений от 700 до 1000 кг/м<sup>3</sup> и пределами абсолютной погрешности  $\pm 0.1$  кг/м<sup>3</sup>, оснащенный цифровым термометром с диапазоном измерений от 0 до 50 °C и пределами абсолютной погрешности  $\pm 0.1$  °C (например, типа МДП, МДЛ-1);

2.1.2 Вычислительное устройство (ПЭВМ или специализированный контроллер, преобразующий выходной сигнал ПП в значение плотности) или частотомер типа ЧЗ-38 по ГОСТ 7590 с диапазоном измерений от 100 до 2000 Гц;

2.1.3 Термометры жидкостные стеклянные типа А с ценой деления 0.1 °C и диапазоном измерений от 0 до 50 °C по ГОСТ 28498;

2.1.4 Манометр класса точности 0.6, с диапазоном измерений от 0 до 6 МПа.

2.1.5 Промывочные жидкости:

- нефрас -С 50/170 по ГОСТ 8505,
- толуол.

2.1.6 Салфетки льняные

2.2 Допускается применять другие средства поверки, удовлетворяющие по характеристикам требованиям настоящей рекомендации.

2.3 Средства измерений, используемые при поверке, должны иметь свидетельства или клейма о поверке.

### **3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ**

К выполнению измерений при поверке допускаются лица, изучившие инструкции по эксплуатации поверяемого ПП и средств поверки, настоящую рекомендацию и имеющие удостоверение поверителя.

### **4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ**

4.1 При проведении поверки выполняют требования:

- правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей, утвержденных Госэлектронадзором СССР;
- правил устройства и безопасности сосудов, работающих под давлением, утвержденных Госгортехнадзором СССР;
- правил безопасности, изложенных в эксплуатационной документации на применяемые средства измерений и вспомогательное оборудование;
- правил безопасности, регламентирующих работу на данном технологическом объекте (на узле учета нефти и в операторной).

### **5 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ**

При проведении поверки соблюдают следующие условия;

- |   |             |
|---|-------------|
| - температура воздуха в блоке качества (место установки РЭ плотности), °C | от 5 до 40  |
| - температура воздуха в помещении для контроллера                         | от 15 до 35 |

РЭ и вычислительного устройства, $^{\circ}\text{C}$ ;	
- температура нефти в трубопроводе, $^{\circ}\text{C}$ ;	от 0 до 50
- давление нефти в трубопроводе, МПа;	до 4
- напряжение питания, В	220 с допускаемым отклонением от -15% до +10% и частотой 50 Гц;
- освещенность в помещениях при поверке, не менее, лк;	250
- разность температуры нефти и окружающего воздуха в блоке качества, не более, $^{\circ}\text{C}$	10;
- относительная влажность, не более, %	80;
- изменения режима и параметров нефти в процессе измерений при поверке, не более,	
плотности, $\text{kg/m}^3$	0.1 в течение 5 мин
температуры, $^{\circ}\text{C}$	0.1 в течение 5 мин
давления, МПа	0.05 в теч. 5 мин
- вибрация в блоке качества	в соответствии с инструкцией по эксплуатации РЭ

## 6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

6.1 Проверяют работоспособность и осуществляют контроль характеристик РЭ в соответствии с инструкцией по эксплуатации и с учетом особенностей применяемых средств поверки. (Приложение 1).

## 7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

### 7.1 Внешний осмотр

7.1.1 Устанавливают соответствие ПП по комплектности и внешнему виду требованиям эксплуатационной документации, правильность монтажа и отсутствие механических повреждений.

7.1.2 Проверяют наличие сертификата градуировки поверяемого плотномера и соответствие введенных в память контроллера коэффициентов значениям, приведенным в сертификате или в свидетельстве о поверке.

## 7.2 Опробование

При опробовании преобразователя проверяют исправность электрической схемы и общее функционирование согласно инструкции по эксплуатации.

### 7.2 Определение абсолютной погрешности

7.2.1 Определение абсолютной погрешности преобразователя плотности производится при одновременном измерении плотности нефти поверяемым и эталонным средствами при значениях температуры и давления нефти в рабочем диапазоне их изменений.

7.2.2 Измерение плотности, температуры и давления нефти производится в следующем порядке.

Устанавливается расход нефти в блоке качества в пределах от 0.5 до 1 м<sup>3</sup>/ч. При достижении условий П.5, производят измерения плотности поверяемым и эталонным средствами, а также температуры и давления нефти.

7.2.3 При отсутствии вычислительного устройства выходной сигнал ПП измеряют частотомером и по формулам, приведенным в сертификате на преобразователь плотности, вычисляют плотность.

7.2.4 Результаты записывают в протокол по форме, указанной в приложении 2.

7.2.5 Определение абсолютной погрешности поверяемого плотномера выполняют три раза.

## 8 ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Абсолютную погрешность плотномера определяют по формуле

$$\Delta = \rho - D_0, \quad (1)$$

где  $\rho$  – результат измерений плотности ПП, кг/м<sup>3</sup>,

$D_0$  – результат измерений плотности рабочим эталоном, приведенный по температуре и давлению к условиям измерения поверяемого плотномера по формуле 2, кг/м<sup>3</sup>.

$$D_0 = \rho_0 \cdot [1 + (\beta + C)(t_0 - t) + \gamma \cdot (P - P_0)], \quad (2)$$

где  $\rho_0$  – результат измерений плотности рабочим эталоном,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;

$\beta$  - коэффициент объемного расширения нефти при температуре  $t_0$  (табл. 1 приложения 2 МИ2153),  $^{\circ}\text{C}^{-1}$ ;

$\beta = +23 \cdot 10^{-6}$  при  $t_0$  выше  $20^{\circ}\text{C}$ ,

$\beta = -23 \cdot 10^{-6}$  при  $t_0$  ниже  $20^{\circ}\text{C}$ ,

$\beta = 0$  при  $t_0 = 20^{\circ}\text{C}$ ,

$\gamma$  - коэффициент сжимаемости нефти (табл. 2 приложения 2 МИ 2153),  $\text{МПа}^{-1}$ ;

$t_0$  и  $t$  - температура нефти в РЭ и поверяемом плотномере соответственно,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$P_0$  и  $P$  - давление нефти в РЭ и поверяемом плотномере соответственно, МПа.

8.2 Вычисления по формулам (1), (2) могут производиться в вычислительном устройстве РЭ.

8.3 Значение абсолютной погрешности, вычисленное по формуле (1), не должно превышать  $\pm 0,3 \text{ кг}/\text{м}^3$  для преобразователей типа 7830, 7835 и не более  $\pm \Delta_d \text{ кг}/\text{м}^3$  для преобразователей типа 7840 (Вычисляется по приложению 3).

Если абсолютная погрешность превышает указанные пределы, то преобразователь градуируют по методике, приведенной в приложении 4.

## 9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 При положительных результатах поверки плотномер признают годным к применению и на него выдают свидетельство о поверке установленной формы по ПР 50.2.006.

9.2 При отрицательных результатах поверки плотномер к применению не допускают, свидетельство аннулируют, и выдают извещение о непригодности с указанием причин по ПР 50.2.006.

## Приложение 1

### Особенности подготовки и работы с РЭ типа МДП и МДЛ-1.

#### 1 Подготовка МДП

1.1 Проверяют горизонтальность положения МДП, при необходимости регулируют.

1.2 Промывают измерительную камеру и поплавок растворителем и толуолом.

1.3 Включают контроллер и запускают рабочую программу автоматической поверхки на персональном компьютере.

1.4 Открывают вентили и краны на подводящих линиях и организуют поток нефти через теплообменную рубашку до стабилизации температуры в измерительной камере МДП.

1.5 Устанавливают поплавок в измерительную камеру МДП.

#### 2 Подготовка МДЛ-1

2.1 Промывают измерительную камеру и поплавок бензином и толуолом.

2.2 Устанавливают поплавок в измерительную камеру МДЛ-1.

2.3 Гибкими рукавами присоединяют датчик МДЛ-1 к технологической линии последовательно с поверяемым плотномером.

#### 3 Работа с МДП:

3.1 Открывают входной и выходной краны измерительной камеры.

3.2 После завершения проверки стабильности режима и параметров нефти закрывают входной и выходной краны измерительной камеры.

3.3 Остальные операции поверки выполняются в автоматическом режиме с выдачей протокола поверки.

#### 4 Работа с МДЛ-1:

4.1 Открывают входной и выходной краны датчика МДЛ-1 для организации потока нефти через измерительную камеру и отбора представительной пробы нефти.

4.2 Через 10-20 минут, после стабилизации температуры корпуса измерительной камеры, закрывают краны и отсоединяют датчик. За 5 минут до отбора пробы фиксируют показания поверяемого плотномера, приведенные к единим условиям, а также температуру и давление нефти. Требования к стабильности в соответствии с П.5. За результаты измерений поверяемым плотномером при-

мают значение плотности, определенное как среднее арифметическое показаний плотномера за последнюю минуту.

4.3 Переносят датчик в помещение и подключают кабелем к контроллеру. Вращая ножки, устанавливают датчик по ампуле уровня в горизонтальное положение.

4.4 Проводят измерение плотности, температуры и давления отобранный пробы нефти.

## Приложение 2

### Протокол поверки

Средство измерений (наименование, тип) \_\_\_\_\_

Тип, заводской номер, год выпуска \_\_\_\_\_

Владелец \_\_\_\_\_

### Результаты измерений

#### Определение абсолютной погрешности.

№	Результат измерений поверяемым плотномером				Результат измерений РЭ				Погрешность абсолютная
	T, мкс	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	t, °C	P, МПа	$\rho_0$ , кг/м <sup>3</sup>	$t_0$ , °C	$P_0$ , МПа	$D_0$ , кг/м <sup>3</sup>	
1									
2									
3									

Вывод:

Подпись лица, проводившего поверку _____ /Фамилия, И.О./	Дата поверки “ ____ “ 199 ____ г
---	-------------------------------------

### Приложение 3

#### Расчет допускаемой абсолютной погрешности преобразователя плотности 7840

Допускаемая абсолютная погрешность преобразователя в конце межповерочного интервала вычисляется по формуле:

$$\Delta_{\text{д}} = \sqrt{\Delta^2 + \Delta_t^2 + \Delta_p^2 + \Delta_{p3}^2 + \Delta_T^2} \quad (1)$$

где  $\Delta_{p3}$  - допускаемая абсолютная погрешность рабочего эталона,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;

$\Delta$  - основная абсолютная погрешность поверяемого преобразователя,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;

$$\Delta = 0.35 \text{ кг}/\text{м}^3;$$

$\Delta_t$  - дополнительная абсолютная погрешность поверяемого преобразователя от температуры нефти,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;  $\Delta_t = 0.05 (t-20)$ ;

$\Delta_p$  - дополнительная абсолютная погрешность поверяемого преобразователя от давления нефти,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;  $\Delta_p = 0.06 P$ ;

$\Delta_T$  - долгосрочная стабильность в межповерочном интервале 1 год,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;

$t$  - температура нефти при поверке,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$P$  - давление нефти при поверке, МПа.

Допускаемая абсолютная погрешность преобразователя в начале межповерочного интервала вычисляется по формуле:

$$\Delta_{\text{д3}} = \sqrt{\Delta^2 + \Delta_t^2 + \Delta_p^2 + \Delta_{p3}^2 + \Delta^2} \quad (2)$$

## Приложение 4

### Методика градуировки преобразователей плотности в условиях эксплуатации

1 Вычисляют среднюю погрешность преобразователя по трем результатам измерений при поверке.

$$\Delta_{cp} = (\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3) / 3 \quad (1)$$

2 Новое значение коэффициента  $K_0$  определяют по формуле:

$$K_{0_{нов}} = K_0 - \Delta_{cp} \quad (2)$$

3 Определяют 2 раза абсолютную погрешность преобразователя с новым коэффициентом  $K_0$  в соответствии с П. 7.2 настоящей методики.