

Государственный научный метрологический центр
ФГУП "Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им.
Д.И. Менделеева"

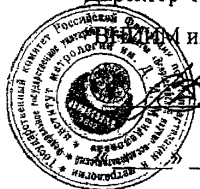
(ГНМЦ ФГУП "ВНИИМ им. Д.И. Менделеева")

Госстандарта России

УТВЕРЖДАЮ

Директор ГНМЦ ФГУП

"ВНИИМ им. Д.И. Менделеева"



Н.И.Ханов

2003 г.

РЕКОМЕНДАЦИЯ

Государственная система обеспечения единства измерений

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ПЛОТНОСТИ ПОТОЧНЫЕ

Методика градуировки на месте эксплуатации

МИ 2302-1МГ-2003

Санкт-Петербург – 2003

ПРЕДИСЛОВИЕ

- | | |
|---------------------|--|
| 1. РАЗРАБОТАНА | ГМНЦ ФГУП «Всероссийский научно- исследовательский институт метрологии
им. Д.И. Менделеева» |
| ИСПОЛНИТЕЛИ | Домостроева Н.Г. – кандидат технических наук,
Домостроев А.В, Снегов В.С. – кандидат технических наук |
| 2. РАЗРАБОТАНА | ОАО «Инфракрасные и Микроволновые Системы» |
| ИСПОЛНИТЕЛИ: | Дворяшин А.А. – кандидат физико-математических наук |
| 3. УТВЕРЖДЕНА | ГМНЦ ФГУП “ВНИИМ им. Д.И. Менделеева”
15 мая 2003 года |
| 4. ЗАРЕГИСТРИРОВАНА | ГМНЦ ФГУП “ВНИИМ им. Д.И. Менделеева”
№ 2302 – 1МГ – 2003 |

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

СОДЕРЖАНИЕ

1	Операции градуировки	1
2	Средства градуировки	1
3	Требования безопасности	3
4	Условия градуировки	4
5	Подготовка к градуировке	4
6	Проведение градуировки и обработка результатов измерений	5
7	Оформление результатов градуировки	13
	Приложение А Форма протокола градуировки преобразователя плотности	14
	Приложение Б Форма сертификата градуировки преобразователя плотности	16
	Приложение В Форма сертификата градуировки преобразователя плотности	17

РЕКОМЕНДАЦИЯ

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	
--	--

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ПЛОТНОСТИ ПОТОЧНЫЕ МЕТОДИКА ГРАДУИРОВКИ НА МЕСТЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ	
--	--

Настоящая рекомендация распространяется на вибрационные поточные преобразователи плотности (далее – преобразователи плотности), предназначенные для измерений плотности нефти и нефтепродуктов (далее – продукта) в диапазоне от 700 до 1100 кг/м³, и устанавливает методику их градуировки (выборочной корректировки градуировочных коэффициентов) на месте эксплуатации.

1 Операции градуировки

При проведении градуировки выполняют следующие операции:

- внешний осмотр (п.6.1);
- опробование (п.6.2);
- определение коэффициентов K_0 , D_0 (п.6.3);
- определение температурных коэффициентов K_{18} , K_{19} (п.6.4);
- определение коэффициентов давления K_{21A} , K_{21B} (п.6.5).

2 Средства поверки

При проведении градуировки применяют следующие средства измерений и вспомогательные устройства и материалы:

2.1 Установку пикнометрическую переносную с пределами допускаемой погрешности измерений плотности $\pm 0,15 \text{ кг/м}^3$ в диапазоне плотности от 700 до 1100 кг/м^3 , включающую в себя:

- комплект металлических напорных пикнометров (не менее 2-х штук) с погрешностью по вместимости не более $\pm 0,025 \text{ см}^3$;

- теплоизолирующий футляр для двух пикнометров;

- 2 термопреобразователя сопротивления, вмонтированных в теплоизолирующий футляр, в комплекте с индикатором температуры, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,1^\circ\text{C}$;

- расходомер в качестве индикатора расхода продукта через пикнометры в диапазоне от 0,1 до 1,5 $\text{м}^3/\text{ч}$ (погрешность не нормируется);

- весы электронные с наибольшим пределом взвешивания не менее 5,0 кг, дискретность показаний 0,01 г, пределы допускаемой погрешности взвешивания при нормальных условиях $\pm 0,03 \text{ г}$;

- комплект гирь КГО-3-5 по ГОСТ 7328.

2.2 В блоке измерения показателей качества продукта (далее - БИК), где установлен градуируемый плотномер, должны быть следующие средства измерений, используемые при поверке:

- термопреобразователь сопротивления с преобразователем измерительным, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,2^\circ\text{C}$;

- термометр стеклянный ртутный тип ТЛ-4Б, цена деления $0,1^\circ\text{C}$, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,2^\circ\text{C}$ по ТУ25-2021.003-98;

- преобразователь избыточного давления измерительный, пределы допускаемой приведенной погрешности $\pm 0,2\%$;

- манометр точных измерений МТИ– 0,6 по ТУ25.05.1481-77.

2.3 Выходные сигналы поверяемого преобразователя плотности, преобразователей избыточного давления и температуры должны передаваться по каналам связи на устройство обработки информации системы измерений количества и показателей качества продукта (далее - УОИ), позволяющее считывать мгновенные значения периода выходного сигнала преобразователя плотности, значения температуры и давления в БИК во время проведения поверки.

2.4 Для промывки и просушки пикнометров используют следующие приборы и материалы:

- промывочные жидкости: спирт этиловый ректификованный технический по ГОСТ 18300, нефрас по ГОСТ 8505 или бензин-растворитель для резиновой промышленности по ТУ 38-401-67-108-92;
- пылесос (фен) электрический бытовой;
- салфетки хлопчатобумажные, ветошь.

2.5 Допускается применение других средств измерений с аналогичными или лучшими характеристиками, типы которых утверждены.

3 Требования безопасности

При проведении градуировки соблюдают следующие требования безопасности:

3.1 Руководствуются правилами техники безопасности при эксплуатации установок потребителей, утвержденной Главгосэнергонадзором.

3.2 Соблюдают требования безопасности в БИК и в операторной в соответствии с инструкцией по эксплуатации соответствующей СИКН, утвержденной его владельцем, а также требования безопасности при работе в химико-аналитической лаборатории по анализу нефти и нефтепродуктов в соответствии с РД 39-0147103-354-89.

3.3 При работе с пикнометрами соблюдают меры безопасности в соответствии с требованиями технической документации, а также меры безопасности, определяемые "Правилами технической эксплуатации сосудов, работающих под давлением".

3.4 Помещения, в которых проводят работы с легковоспламеняющимися жидкостями, оборудуют установками пожарной сигнализации и пожаротушения

в соответствии с ГОСТ 12.4.009 и оснащают общеобменной приточно-вытяжной вентиляцией и вытяжными шкафами.

4 Условия градуировки

При проведении градуировки соблюдают следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от 5 до 35;
- температура продукта, °С от 0 до 60;
- давление продукта, бар, не более 60;
- температура в помещении, где проводят промывку, продувку воздухом, взвешивание и опорожнение пикнометров, °С от 15 до 35.

5. Подготовка к градуировке

Перед проведением поверки выполняют следующие работы:

- промывают внутреннюю полость преобразователя плотности растворителем (бензином, нефрасом), используя шомпол с ершиком или ткань;
- подготавливают пикнометры к проведению измерений, для этого их разбирают, промывают, собирают и продувают воздухом;
- подготавливают электронные весы в соответствии с инструкцией по эксплуатации.
- взвешивают пустые пикнометры. Непосредственно перед взвешиванием пикнометров калибруют весы в соответствии с инструкцией по эксплуатации. Взвешивают каждый из пикнометров не менее трех раз, вычисляют среднее значение результатов взвешивания. Сходимость результатов взвешивания пикнометров должна быть не более 0,02г, в противном случае взвешивание повторяют. Измеряют температуру атмосферного воздуха и барометрическое давление в комнате, где производилось взвешивание.
- пикнометрическую установку с установленными пикнометрами подсоединяют к трубопроводу в БИК. Устанавливают расход продукта в БИК в пределах

рабочего диапазона расхода, расход через пикнометрическую установку должен быть не менее 0,2 м³/ч.

6 Проведение градуировки и обработка результатов измерений

6.1 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра устанавливают:

- соответствие комплектности и маркировки преобразователя плотности требованиям технической документации;
- отсутствие на преобразователе плотности механических повреждений и дефектов покрытий, ухудшающих его внешний вид и мешающих работе;
- соответствие надписей и обозначений на преобразователе требованиям технической документации;
- правильность монтажа преобразователя плотности и пикнометрической установки в БИК и отсутствие протечек через фланцевые и резьбовые соединения.

6.2 Опробование

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

6.3 Определение коэффициентов K_0 , D_0

Измеряют плотность продукта одновременно преобразователем плотности и комплектом пикнометров при температуре и давлении из рабочего диапазона в БИК, где установлен градуируемый преобразователь плотности.

Если разность между максимальным и минимальным давлением продукта в БИК равна или превышает 5 бар, плотность измеряют отдельно при минимальном и максимальном давлении.

6.3.1 Плотность продукта вычисляют по результатам измерений периода колебаний выходного сигнала преобразователя плотности.

Измерения начинают после стабилизации параметров продукта в преобразователе плотности и пикнометрах, когда изменение температуры продукта во времени не превышает $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{мин}$, изменение давления – $0,5\text{ бар}/\text{мин}$, изменение периода – $0,02\text{ мкс}/\text{мин}$.

Период выходного сигнала преобразователя плотности, температуру и давление продукта измеряют в следующей последовательности: снимают показания термометра в БИК, показания преобразователей температуры и давления в БИК, преобразователя температуры в пикнометрической установке. Затем закрывают выходной кран второго по потоку пикнометра, снимают показания манометра в БИК, после этого закрывают остальные краны пикнометров. За 1-2 минуты до закрытия кранов начинают фиксировать период колебаний выходного сигнала преобразователя плотности и продолжают до момента закрытия выходного крана. Значение периода колебаний выходного сигнала преобразователя плотности, значения температуры и давления снимают с дисплея УОИ СИКН.

Отсоединяют пикнометры, промывают наружную поверхность растворителем и продувают сухим сжатым воздухом до полного удаления остатков растворителя.

6.3.2 Взвешивают заполненные пикнометры аналогично взвешиванию пустых пикнометров согласно п. 5.

Опорожняют пикнометры, разбирают их и моют тело пикнометра и детали кранов в растворителе и продувают сухим воздухом до полного удаления остатков растворителя. При наличии воды в продукте, для быстрого удаления остатков воды из пикнометров, рекомендуется предварительно промыть тела пикнометров и детали кранов спиртом.

Собирают пикнометры и взвешивают согласно п. 5, сходимость результатов взвешивания пустых пикнометров до и после измерения плотности (п.п. 5 и 6.3.2)

не должна превышать 0,02 г, в противном случае измерение плотности по п.6.3 повторяют.

Примечание – допускается производить взвешивание пустых пикнометров по п. 6.3.2 не при каждом измерении плотности, а после серии из 3-5 измерений.

Вычисляют результат измерений плотности $\rho_{1(2)}$ одним из пикнометров по формуле

$$\rho_{1(2)} = \frac{[W_z - W_{\Pi}] \times \left[1 - \frac{e}{\rho_r} \right] + e \times V_{\Pi p}}{V_{\rho}} \times 10^3, \quad (1)$$

где $\rho_{1(2)}$ – результат измерений плотности жидкости одним из пикнометров, кг/м³;

W_z – среднее арифметическое значение результатов взвешивания заполненного пикнометра, г;

W_{Π} – среднее арифметическое значение результатов взвешивания пустого пикнометра, г;

e – плотность атмосферного воздуха, г/см³, вычисленная по формуле

$$e = [1198,4 + 1,6 \times (P_a - 760) - 4 \times (t_a - 20)] \times 10^{-6}, \quad (2)$$

где P_a – барометрическое давление, мм.рт.ст.;

t_a – температура атмосферного воздуха, °C;

ρ_r – плотность материала гирь ($\rho_r = 8$ г/см³);

$V_{\Pi p}$ – вместимость пикнометра, приведенная к условиям отбора пробы продукта, см³, вычисленная по формуле

$$V_{\Pi p} = V + F_t \times (t - t_0) + F_p \times P, \quad (3)$$

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

Γ_t – коэффициент изменения вместимости пикнометра при изменении температуры жидкости, указанный в свидетельстве о поверке, $\text{см}^3/^\circ\text{C}$;

t – температура пикнометра при отборе пробы продукта, $^\circ\text{C}$;

t_0 – температура поверки пикнометра, берется из свидетельства о поверке, $^\circ\text{C}$;

Γ_p – коэффициент изменения вместимости пикнометра при изменении давления продукта, $\text{см}^3/\text{бар}$;

P – давление в пикнометре при отборе пробы продукта (по показанию преобразователя давления в БИК), бар.

Вычисляют результат измерений плотности продукта вторым пикнометром по формуле (1).

Если разность результатов измерений плотности продукта первым и вторым пикнометрами не превышает $0,20 \text{ кг/м}^3$, то результаты следует считать достоверными.

Вычисляют среднее арифметическое значение этих двух результатов измерений плотности по формуле

$$\rho_n = \frac{1}{2} \times (\rho_1 + \rho_2), \quad (4)$$

где ρ_n – результат измерения плотности комплектом пикнометров, кг/м^3 ;

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

Если температура продукта в пикнометрах отличается от температуры продукта в преобразователе плотности более чем на $\pm 0,1^\circ\text{C}$, значение плотности ρ_n приводят к температуре продукта в преобразователе плотности по формуле

$$\rho_{\text{прив}} = \frac{\rho_{\text{п}}}{1 + \beta(t_{\text{пп}} - t_{\text{п}})}, \quad (5)$$

где $\rho_{\text{прив}}$ – результат измерения плотности комплектом пикнометров, приведенный к температуре продукта в преобразователе плотности, кг/м³;

β – коэффициент объемного расширения продукта по МИ 2153 – при измерениях плотности нефти, для нефтепродуктов приведен в приложении Б, 1/°C;

$t_{\text{пп}}$ – температура жидкости в преобразователе плотности, °C;

$t_{\text{п}}$ – средняя температура жидкости в пикнометрах, °C.

Операции по п 6.3.1 и 6.3.2 проводят не менее трех раз и результаты заносят в протокол градуировки (приложение А). Если плотность измеряют отдельно при минимальном и максимальном давлении, в каждой точке проводят не менее трех измерений.

6.3.3 Разность значений плотности продукта, измеренной преобразователем плотности и комплектом пикнометров, при каждом измерении вычисляют по формуле

$$\Delta\rho = \rho_{\text{т,р}} - \rho_{\text{прив}}, \quad (6)$$

где $\rho_{\text{т,р}}$ – плотность продукта, измеренная преобразователем плотности при температуре и давлении градуировки, кг/м³; значение $\rho_{\text{т,р}}$ вычисляют по формуле

$$\rho_{\text{т,р}} = \rho_{\text{т}} \times (1 + K20 \times P_{\text{пл}}) + K21 \times P_{\text{пл}}, \quad (7)$$

где $P_{\text{пл}}$ – давление в преобразователе плотности, бар;

$K20, K21$ – коэффициенты давления, вычисленные по формулам

$$K20 = K20A + K20B \times P_{\text{пл}}, \quad (8)$$

$$K21 = K21A + K21B \times P_{\text{пл}}, \quad (9)$$

где $K20A, K20B, K21A, K21B$ – коэффициенты, указанные в сертификате градуировки преобразователя плотности;

ρ_t – плотность продукта при температуре градуировки, вычисленная по формуле

$$\rho_t = \rho \times [1 + K18 \times (T_{пл} - 20)] + K19 \times (T_{пл} - 20), \quad (10)$$

где K18 и K19 – температурные коэффициенты, указанные в сертификате градуировки преобразователя плотности;

ρ – плотность жидкости без учета коэффициентов температуры и давления, вычисленная по формуле

$$\rho = K0 + K1 \times T + K2 \times T^2, \quad (11)$$

где K0, K1, K2 – коэффициенты, указанные в сертификате градуировки преобразователя плотности;

T – период колебаний выходного сигнала преобразователя плотности, мкс.

6.3.4 Новое значение коэффициента K_0 по результатам градуировки (K_0') вычисляют по формуле

$$K_0' = K_0 - \overline{\Delta\rho}, \quad (12)$$

где $\overline{\Delta\rho}$ – среднее значение разности плотности продукта, измеренной преобразователем плотности и комплектом пикнометров.

Если измерения плотности при градуировке проводили при двух значениях давления – минимальном и максимальном, в формуле (12) используют значение $\overline{\Delta\rho}$, меньшее по абсолютной величине.

6.3.5 Для преобразователей плотности FD950, FD960 с сертификатом градуировки без коэффициентов K0, K1,..., K21 (приложение В) после каждого измерения плотности преобразователем и комплектом пикнометров вычисляют коэффициент D_0 по формуле

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

где K – коэффициент преобразователя плотности, берется из сертификата градуировки;

$T_{0 \text{ corrected}}$ – коэффициент преобразователя плотности с учетом температуры и давления жидкости при поверке, рассчитанный по формуле

$$T_{0 \text{ corrected}} = T_0 + \text{TEMPCO}(t - t_{\text{cal}}) + \text{PRESKO}(P - P_{\text{cal}}), \quad (14)$$

где T_0 – коэффициент преобразователя плотности, берется из сертификата градуировки, мкс;

TEMPCO – температурный коэффициент преобразователя плотности, берется из сертификата градуировки, мкс/ $^{\circ}\text{C}$;

t – температура продукта в преобразователе плотности, $^{\circ}\text{C}$;

t_{cal} – температура градуировки преобразователя плотности, берется из сертификата градуировки, $^{\circ}\text{C}$;

PRESKO – коэффициент давления, берется из сертификата градуировки, мкс/бар;

P – давление в преобразователе плотности, бар абсолют;

P_{cal} – давление градуировки преобразователя плотности, берется из сертификата градуировки, бар абсолют.

В качестве нового значения коэффициента D_0 в сертификат градуировки вносят среднее значение из величин, рассчитанных по формуле (13).

6.3.6 Определяют погрешность измерений плотности преобразователем с новыми коэффициентами K_0 или D_0 при рабочих значениях температуры и давления по МИ 2797-2003 (Преобразователи плотности поточные. Методика поверки на месте эксплуатации). Если измерения плотности при градуировке проводили при двух значениях давления – минимальном и максимальном, погрешность также определяют при двух значениях давления.

Если погрешность измерений плотности не превышает предела допускаемой погрешности, указанного в МИ 2797-2003, то коэффициенты K_{18} , K_{19} , K_{21A} , K_{21B} не определяют.

6.4 Определение температурных коэффициентов K18, K19

Корректировку температурных коэффициентов при градуировке преобразователей плотности на месте эксплуатации можно выполнить только в том случае, если температуру продукта в БИК, где установлен преобразователь для градуировки, можно изменить минимум на 10⁰С.

Измеряют плотность продукта одновременно преобразователем плотности и комплектом пикнометров при различной температуре и одном значении давления из рабочего диапазона согласно п.п. 6.3.1, 6.3.2. Нестабильность давления не должна превышать 1 бар. При определении коэффициентов K18, K19 проводят не менее 5 измерений плотности продукта.

Температурную поправку при каждом измерении плотности $\Delta\rho_n$ рассчитывают по формуле

$$\Delta\rho_n = \rho_{\text{привн}} - \rho_i - (\rho_{t, \rho i} - \rho_n), \quad (15)$$

Новые значения температурных коэффициентов K18, K19 по результатам градуировки вычисляют по формулам

$$K18 = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta\rho_n \Delta t_i - K19 \sum_{i=1}^n \Delta t_i^2}{\sum_{i=1}^n \rho_i \Delta t_i^2}, \quad (16)$$

$$K19 = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta\rho_n \rho_i \Delta t_i \times \sum_{i=1}^n \rho_i \Delta t_i^2 - \sum_{i=1}^n \Delta\rho_n \Delta t_i \times \sum_{i=1}^n \rho_i^2 \Delta t_i^2}{\left(\sum_{i=1}^n \rho_i \Delta t_i^2 \right)^2 - \sum_{i=1}^n \rho_i^2 \Delta t_i^2 \times \sum_{i=1}^n \Delta t_i^2}, \quad (17)$$

где n – число измерений плотности продукта по п. 6.4;

Δt_i – разность температур продукта в каждом измерении при градуировке преобразователя плотности на месте эксплуатации t_i и из сертификата последней градуировки (20°C).

6.5 Определение коэффициентов давления K21A, K21B

Для корректировки коэффициентов давления используют результаты измерений плотности продукта преобразователем плотности и комплектом пикнометров при определении коэффициента K0 при минимальном и максимальном давлении по п. 6.3.

Коэффициенты K21A, K21B рассчитывают по формулам

$$K21A = a - K20A \times \overline{\rho_i}, \quad (18)$$

$$K21B = b - K20B \times \overline{\rho_i}, \quad (19)$$

где a , b – коэффициенты зависимости поправки по давлению $\Delta\rho_p$ от величины давления;

K20A, K20B – коэффициенты давления, которые не корректируют при градуировке на месте эксплуатации, значения коэффициентов берут из последнего сертификата градуировки;

$\overline{\rho_i}$ – среднее значение из величин, рассчитанных по формуле (10).

Коэффициенты a , b рассчитывают по формулам

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n P_i \Delta\rho_{Pi} - b \sum_{i=1}^n P_i^3}{\sum_{i=1}^n P_i^2}, \quad (20)$$

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n P_i^2 \times \sum_{i=1}^n P_i^2 \Delta\rho_{Pi} - \sum_{i=1}^n P_i^2 \times \sum_{i=1}^n P_i \Delta\rho_{Pi}}{\sum_{i=1}^n P_i^4 \times \sum_{i=1}^n P_i^2 - (\sum_{i=1}^n P_i^3)^2}, \quad (21)$$

где n – число измерений плотности продукта по п. 6.3;

$\Delta\rho_{p_i}$ – поправка по давлению при каждом измерении плотности, рассчитанная по формуле

$$\Delta\rho_{p_i} = \rho_{\text{изпр}} - \rho_{\text{и}}. \quad (22)$$

Если выполнена корректировка температурных коэффициентов по п. 6.4, величину поправки по давлению $\Delta\rho_{p_i}$ рассчитывают по формулам (10) и (22) с использованием новых значений коэффициентов K18, K19.

7 Оформление результатов градуировки

7.1 Результаты градуировки оформляют протоколом по форме, приведенной в приложении А.

7.2 Выдают сертификат по форме, приведенной в приложениях Б, В. В сертификат вносят полученные при градуировке новые значения коэффициентов K0 или D0, K18, K19, K21A, K21B остальные коэффициенты берут из сертификата, выданного при последней градуировке преобразователя плотности.

Приложение А
ПРОТОКОЛ
градуировки преобразователя плотности

Тип _____ Зав. № _____ Представлен _____

Место градуировки _____

Таблица А.1 – Определение коэффициентов K_0 (D_0)

Измерения плотности продукта преобразователем плотности					Плотность продукта, измеренная пикнометрами, приведенная	Разность значений плотности, измеренной преобразователем и пикнометрами	Абсолютная погрешность преобразователя с новыми значениями коэффициентов K_0 (D_0)
Температура	Давление	Период колебаний	Плотность	Плотность, рассчитанная с новыми значениями коэффициентов K_0 (D_0)			
°C	бар	мкс	кг/м ³	кг/м ³	кг/м ³	кг/м ³	кг/м ³

$K_0 =$ _____ $D_0 =$ _____

Таблица А.2 – Определение коэффициентов K_{18} , K_{19}

Измерения плотности продукта преобразователем плотности							Плотность продукта, измеренная пикнометрами, приведенная	Значение поправки по температуре
Температура	Разность температур в преобразователе и по сертификату	Давление	Период колебаний	Плотность без поправок	Плотность с поправкой по температуре	Плотность с поправками по температуре и давлению		
°C	°C	бар	мкс	кг/м ³	кг/м ³	кг/м ³	кг/м ³	кг/м ³

$K_{18} =$ _____ $K_{19} =$ _____

Таблица А.3 – Определение коэффициентов K21A, K21B

Измерения плотности продукта преобразователем плотности					Плотность продукта, измеренная пикнометрами, приведенная	Значение поправки по давлению
Температура	Давление	Период колебаний	Плотность с поправкой по температуре	Среднее значение плотности с поправкой по температуре		
°C	бар	мкс	кг/м ³	кг/м ³	кг/м ³	кг/м ³

K20A = _____ K20B = _____

a = _____ b = _____

K21A = _____ K21B = _____

Должность, подпись, И.О. Фамилия лица, проводившего градуировку

Дата проведения градуировки « _____ » _____ 200__ г.