

**Государственный научный метрологический центр
ФГУП Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии
им. Д.И. Менделеева
(ГНМЦ ФГУП ВНИИМ им. Д.И. Менделеева)**

СОГЛАСОВАНО
УТВЕРЖДАЮ

Начальник Управления метрологии
Ростехрегулирования

_____ Лахов В.М.
Н.И.

Директор
ФГУП «ВНИИМ им.Д.И. Менделеева»

_____ Ханов

« 31 » марта 2010 г.

« 30 » марта 2010 г.

ВРЕМЕННАЯ ИНСТРУКЦИЯ

**Нефть и нефтепродукты.
Коэффициенты объемного расширения и сжимаемости.
Программа расчета.**

МИ 3276-2010

**Санкт-Петербург
2010**

РАЗРАБОТАНА

Государственным научным метрологическим центром ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д. И. Менделеева»

ИСПОЛНИТЕЛИ

Гершун М.А., Домостроева Н.Г.,

УТВЕРЖДЕНА

Государственным научным метрологическим центром ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева» 31 марта 2010 г.

ЗАРЕГИСТРИРОВАНА

ВНИИМС 31 марта 2010 г.

Взамен МИ 2632-2001

Содержание

	стр.
1. Область применения	4
2. Обозначения	4
3. Методы расчета плотности и коэффициентов объемного расширения и сжимаемости при заданных значениях температуры и избыточного давления	5
4. Методы расчета плотности при измерениях ареометром	5
5. Программа «Расчет плотности»	6
5. Приложение А. Библиография	7

1 Область применения

Настоящая рекомендация распространяется на плотность нефти и нефтепродуктов, показатели качества которых соответствуют нормативной документации (для нефти – ГОСТ Р 51858), и коэффициенты объемного расширения и сжимаемости и устанавливает методы и программу их расчета. Расчет проводят по формулам, приведенным в Руководстве по нефтяным измерительным стандартам Американского нефтяного института (American Petroleum Institute - API) [1] и соответствуют стандарту ASTM D 1250 [2].

При расчетно-учетных операциях по данным формулам и с помощью программы может осуществляться расчет плотности нефти и нефтепродуктов, в том числе при стандартных температурах при измерениях ареометром.

2 Обозначения

В настоящей рекомендации использованы следующие обозначения:

- t - температура, °C;
- P - избыточное давление, МПа;
- ρ_{E3} - плотность при температуре t и избыточном давлении P , кг/м³;
- ρ_E - плотность при температуре t и избыточном давлении $P=0$, кг/м³;
- ρ_{15} - плотность при температуре 15 °C и избыточном давлении $P=0$, кг/м³;
- ρ_{20} - плотность при температуре 20 °C и избыточном давлении $P=0$, кг/м³;
- ρ_{60} - плотность при температуре 15.556 °C (60 °F) и избыточном давлении $P=0$, кг/м³;
- α_{15} - коэффициент объемного расширения при температуре 15 °C, °C⁻¹;
- α_T - коэффициент объемного расширения при температуре t , °C⁻¹;
- γ_E - коэффициент сжимаемости при температуре t °C, МПа⁻¹;

3 Методы расчета плотности и коэффициентов объемного расширения и сжимаемости при заданных значениях температуры и избыточного давления

Значение плотности нефти ρ_t при температуре t и избыточном давлении P выражают через значение плотности при 15 °C при нулевом избыточном давлении ρ_{15} формулой (1):

$$\rho_{Tp} = \frac{\rho_{15} \exp\{-\alpha_{15}(t-15)[1+0,8\alpha_{15}(t-15)]\}}{(1-\gamma_t P)}, \quad (1)$$

$$\text{где: } \alpha_{15} = \frac{K_0 + K_{1\rho_{15}}}{\rho_{15}^2}, \quad (2)$$

где:

$K_0, K]$ - коэффициенты, определяемые по следующей таблице:

Продукт	K_0	$K,$
Товарная нефть	613,97226	0,00000
Бензин	346,42278	0,43884
Реактивное топливо	594,54180	0,00000
Мазут	186,96960	0,48618

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

Значение коэффициента объемного расширения при температуре t определяют формулой: $\alpha_t = \alpha_{15} + 1,6\alpha_{15}^2(t-15)$ (4)

По значениям плотности ρ_{tp} , температуры t и давления P определяют значение плотности ρ_{15} решением (1) с подстановкой в него (2) и (3).

Для определения значения плотности, а также значений коэффициентов объемного расширения и сжимаемости при других значениях t и P проводят расчет по (1) - (3), в том числе значения плотности ρ_{30} и ρ_{60} .

4. Методы расчета плотности при измерениях ареометром

При измерениях плотности ареометром показания ареометра отличаются от истинного значения плотности ρ_i из-за температурного расширения стекла, из которого изготовлен ареометр

$$\rho_t - \rho_i / K, \quad (5)$$

Где:

$$K = 1 - 0,000023(t-15) - 0,00000002 \cdot (t-15) \cdot (t-15), \quad (6)$$

$$K = 1 - 0,000025(t-20). \quad (7)$$

В первом случае ареометр отградуирован на 15 °С, во втором - на 20 °С. В этом случае для получения значения ρ_i необходимо подставить в (1) значение плотности, пересчитанное из показаний ареометра по (7)

$$\rho_t = \rho_i \cdot K, \quad (8)$$

5. Программа «Расчет плотности»

Программа «Расчет плотности» обеспечивает расчет плотности нефти и нефтепродуктов по формулам (1) - (8).

Алгоритм и программа «Расчет плотности нефти и нефтепродуктов» разработаны ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева» и аттестованы ГНМЦ ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева» в соответствии с МИ 2174-91.

В результате аттестации установлено, что алгоритм и программа обеспечивают расчет плотности нефти и нефтепродуктов и коэффициентов объемного расширения и сжимаемости в зависимости от температуры и давления по формулам в соответствии со стандартами [2].

Абсолютная погрешность расчета плотности нефти и нефтепродуктов: не более $0,01 \text{ кг/м}^3$.

Относительная погрешность расчета коэффициентов объемного расширения и коэффициентов сжимаемости: не более 0,01 %.

Библиография

1. American Petroleum Institute. Manual of Petroleum Measurement Standards. Chapter 11, Physical Properties Data (Volume Correction Factors).
2. ASTM D 1250-80 «Стандартное руководство по применению таблиц измерения параметров нефти и нефтепродуктов».

