Государственный научный метрологический центр
ГУП "Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии
им. Д.И. Менделеева"
(ГНМЦ ГУП "ВНИИМ им. Д.И. Менделеева")
Госстандарта России

УТВЕРЖДАЮ
Директор ГНМЦ ГУП
"ВНИИМ им. Д.И. Менделеева"

Н.И.Ханов
15 января 2001 г.

РЕКОМЕНДАЦИЯ

Государственная система обеспечения единства измерений.

Плотность нефти и нефтепродуктов и коэффициенты объемного расширения и сжимаемости. Методы и программа расчета.

МИ 2632-2001

Санкт-Петербург
2001 г.

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

РАЗРАБОТАНА	Государственным научным метрологическим центром ГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева»
ИСПОЛНИТЕЛИ:	Герцун М.А., Домостроева Н.Г., Снегов В.С.
РАЗРАБОТАНА	Открытое акционерное общество «Инфракрасные микроволновые системы»
ИСПОЛНИТЕЛИ:	*Аблина Л.В., Дворяшин А.А., Кожуров В.Ю., Сафонов А.В.*
УТВЕРЖДЕНА	Государственным научным метрологическим центром ГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева» 15 января 2001 г.
ЗАРЕГИСТРИРОВАНА	ВНИИМС 25 января 2001 года

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

Содержание

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

РЕКОМЕНДАЦИЯ

Государственная система обеспечения единства измерений	
Плотность нефти и нефтепродуктов и коэффициенты объемного расширения и сжимаемости. Методы и программа расчета.	МИ 2632-2001

Срок введения в действие: 01.02.2001 г.

1.Область применения

Настоящая рекомендация распространяется на плотность нефти и нефтепродуктов, показатели качества которых соответствуют нормативной документации (для нефти - ГОСТ 9965 или ТУ 39-1435-89), 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 в соответствии *с МИ 2153-91, ГОСТ 3900-85 и ГОСТ Р 51069-97 без обращения к ссылаемым в* этих НД таблицам.

2.Нормативные ссылки

В настоящей рекомендации использованы ссылки на следующие нормативные документы:

ГОСТ 3900-85 «Нефть и нефтепродукты. Методы измерения плотности».

ГОСТ 9965-76 «Нефть для нефтеперерабатывающих предприятий. Технические условия».

ГОСТ 18481-81 «Ареометры и цилиндры стеклянные. Технические условия».

ГОСТ Р 51069-97 «Нефть и нефтепродукты. Метод определения плотности, относительной плотности и плотности в градусах API ареометром».

МИ 2153-91 «ГСИ. Плотность нефти при учетно-расчетных операциях. Методика выполнения измерений ареометром».

МИ 2174-91 «ГСИ. Аттестация алгоритмов и программ обработки данных при измерениях. Основные положения».

ТУ 39-1435-89 «Нефть для транспортирования. Технические условия».

3. Обозначения:

В настоящей рекомендации использованы следующие обозначения:

t	-	температура, ^{0}C;
P	-	избыточное давление, МПа;
ρ_{tP}	-	плотность при температуре t и избыточном давлении P, кг/м^3;
ρ_t	-	плотность при температуре t и избыточном давлении P=0, кг/м^3;
ρ_{15}	-	плотность при температуре 15 ^{0}C и избыточном давлении P=0, кг/м^3;
ρ_{20}	-	плотность при температуре 20 ^{0}C и избыточном давлении P=0, кг/м^3;
ρ_{60}	-	плотность при температуре 15.556 ^{0}C (60 ^{0}F) и избыточном давлении P=0, кг/м^3;
α_{15}	-	коэффициент объемного расширения при температуре 15 ^{0}C, ^{0}C^{-1};
α_t	-	коэффициент объемного расширения при температуре t , ^{0}C^{-1};
γ_t	-	коэффициент сжимаемости при температуре t ^{0}C, МПа$^{-1}$;

4. 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 ^{0}C при нулевом избыточном давлении ρ_{15} формулой (1):

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

где

$$\alpha_{15} = \frac{K_0 + K_1\rho_{15}}{\rho_{15}^2}, \qquad (2)$$

K_0, K_1 - коэффициенты, определяемые по следующей таблице

Продукт	K_0	K_1
Товарная нефть	613,97226	0,00000
Бензин	346,42278	0,43884
Реактивное топливо	594,54180	0,00000
Мазут	186,96960	0,48618

;

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

Значение коэффициента объемного расширения при температуре t определяют формулой

$$\alpha_t = \alpha_{15} + 1{,}6\alpha_{15}^2(t-15) \qquad (4)$$

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_{20} и ρ_{60}.

4. Методы расчета плотности при измерениях ареометром

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

$$\rho_t = \rho_t / K \quad , \quad (5)$$

где

по [1]

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

по ГОСТ 26976-86

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

В первом случае ареометр отградуирован на 15 ^{0}C, во втором - на 20 ^{0}C.

В этом случае для получения значения ρ_{15} необходимо подставить в (1) значение плотности, пересчитанное из показаний ареометра по (7)

$$\rho_t = \rho_t * K \quad . (8)$$

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 ГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева» и Открытым акционерным обществом «Инфракрасные микроволновые системы» и аттестованы ГНМЦ ГУП «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 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».

Ключевые слова: нефть, нефтепродукты, плотность, коэффициент объемного расширения, коэффициент сжимаемости, метод, программа

gost.e-ecolog.ru