

---

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ  
(МГС)

INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION  
(ISC)

---

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
СТАНДАРТ

ГОСТ  
8.602—  
2010

---

Государственная система обеспечения  
единства измерений

**ПЛОТНОСТЬ НЕФТИ**

Таблицы пересчета

Издание официальное



Москва  
Стандартинформ  
2012

## Предисловие

Цели, основные принципы и основной порядок проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены ГОСТ 1.0—92 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения» и ГОСТ 1.2—2009 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Порядок разработки, принятия, применения, обновления и отмены»

### Сведения о стандарте

1 РАЗРАБОТАН Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт расходомерии» (ФГУП «ВНИИР»)

2 ВНЕСЕН Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол № 38—2010 от 25 ноября 2010 г.)

За принятие проголосовали:

| Краткое наименование страны по МК (ИСО 3166) 004—97 | Код страны по МК (ИСО 3166) 004—97 | Сокращенное наименование национального органа по стандартизации |
|---|------------------------------------|---|
| Армения   | AM                                 | Минэкономики Республики Армения                                 |
| Беларусь  | BY                                 | Госстандарт Республики Беларусь                                 |
| Грузия  | GE                                 | Грузстандарт  |
| Казахстан   | KZ                                 | Госстандарт Республики Казахстан                                |
| Кыргызстан  | KG                                 | Кыргызстандарт  |
| Молдова   | MD                                 | Молдова-Стандарт  |
| Российская Федерация                                | RU                                 | Росстандарт   |
| Таджикистан   | TJ                                 | Таджикстандарт  |
| Узбекистан  | UZ                                 | Узстандарт  |
| Украина   | UA                                 | Госпотребстандарт Украины                                       |

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 13 декабря 2011 г. № 1059-ст межгосударственный стандарт ГОСТ 8.602—2010 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 января 2013 г.

### 5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Информация о введении в действие (прекращении действия) настоящего стандарта публикуется в ежемесячно издаваемом указателе «Национальные стандарты».*

*Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра или отмены настоящего стандарта соответствующая информация будет опубликована в информационном указателе «Национальные стандарты»*

© Стандартиформ, 2012

В Российской Федерации настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

**Содержание**

|  |    |
|--|----|
| 1 Область применения. . . . .  | 1  |
| 2 Нормативные ссылки . . . . .   | 1  |
| 3 Обозначения. . . . .   | 1  |
| 4 Методы расчета значений плотности нефти . . . . .  | 2  |
| 5 Таблицы пересчета значений плотности нефти . . . . .   | 3  |
| Приложение А (справочное) Примеры применения таблиц пересчета значений плотности нефти . . . . | 4  |
| Библиография. . . . .  | 12 |



## Государственная система обеспечения единства измерений

## ПЛОТНОСТЬ НЕФТИ

## Таблицы пересчета

State system for ensuring the uniformity of measurements. Density of oil. Tables for recalculation

Дата введения — 2013—01—01

**1 Область применения**

Настоящий стандарт приводит сведения о таблицах пересчета (далее — таблицы) значений плотности нефти в зависимости от значений температуры и давления, содержащихся в [1], и примеры применения этих таблиц. Таблицы предназначены для приведения плотности нефти к требуемой температуре и давлению. Таблицы предназначены для использования в расчетах при проведении учетных операций с нефтью, подготовленной для переработки и/или поставки на экспорт.

**2 Нормативные ссылки**

В настоящем стандарте использована нормативная ссылка на следующий стандарт:

ГОСТ 28947—91 (ИСО 1768—75) Ареометры стеклянные. Стандартное значение коэффициента объемного термического расширения (для использования при подготовке поправочных таблиц для жидкостей)

**Примечание** — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных нормативных документов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный стандарт заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться заменяющим (измененным) стандартом. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

**3 Обозначения**

В настоящем стандарте использованы следующие обозначения:

$t$  — температура нефти, °C;

$P$  — избыточное давление нефти, МПа;

$\rho_{15}$  — плотность нефти при температуре 15 °C, кг/м<sup>3</sup>;

$\rho_{20}$  — плотность нефти при температуре 20 °C, кг/м<sup>3</sup>;

$\rho_{tP}$  — плотность нефти при температуре  $t$  и избыточном давлении  $P$ , кг/м<sup>3</sup>;

$\rho_{t_1P_1}$  — плотность нефти при температуре  $t_1$  и избыточном давлении  $P_1$ , кг/м<sup>3</sup>;

$\rho_{t_2P_2}$  — плотность нефти при температуре  $t_2$  и избыточном давлении  $P_2$ , кг/м<sup>3</sup>;

$\rho_t$  — плотность нефти при температуре  $t$ , кг/м<sup>3</sup>;

$\rho_{t\text{ ар}}$  — показание ареометра при температуре  $t$ , кг/м<sup>3</sup>;

$\beta_{15}$  — коэффициент объемного расширения нефти при температуре 15 °C, кг/м<sup>3</sup>;

$\beta_t$  — коэффициент объемного расширения нефти при температуре  $t$ , °C<sup>-1</sup>;

$\gamma_t$  — коэффициент сжимаемости нефти при температуре  $t$ , МПа<sup>-1</sup>;

$K$  — поправочный коэффициент на температурное расширение стекла, из которого изготовлен ареометр.

#### 4 Методы расчета значений плотности нефти

4.1 Значение плотности нефти при температуре  $t$  и избыточном давлении  $P$  выражают через значение плотности при температуре 15 °C формулой

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

4.2 Значение коэффициента объемного расширения нефти при температуре 15 °C рассчитывают по формуле

$$\beta_{15} = \frac{613,97226}{\rho_{15}^2} \quad (2)$$

4.3 Значение коэффициента сжимаемости при температуре  $t$  рассчитывают по формуле

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

4.4 Значение коэффициента объемного расширения при температуре  $t$  рассчитывают по формуле

$$\beta_t = \beta_{15} + 1,6\beta_{15}^2(t-15) \quad (4)$$

4.5 Значение плотности  $\rho_{15}$  находят методом последовательных приближений по следующему алгоритму:

1) измеренное значение плотности  $\rho_{tP}$  подставляют в формулу (2) и (3) вместо  $\rho_{15}$  и вычисляют в первом приближении значения  $\beta_{15}$  и  $\gamma_t$  соответственно;

2) измеренное значение плотности  $\rho_{tP}$  и вычисленные в первом приближении значения  $\beta_{15}$  и  $\gamma_t$  подставляют в формулу (1) и определяют значение  $\rho_{15}$  в первом приближении;

3) значение  $\rho_{15}$ , найденное в первом приближении, подставляют в формулы (2) и (3) и вычисляют во втором приближении значения  $\beta_{15}$  и  $\gamma_t$  соответственно;

4) измеренное значение плотности  $\rho_{tP}$  и вычисленные во втором приближении значения  $\beta_{15}$  и  $\gamma_t$  подставляют в формулу (1) и определяют значение  $\rho_{15}$  во втором приближении и т. д.

Расчет плотности  $\rho_{15}$  методом последовательных приближений, продолжают до тех пор, пока значение  $\rho_{15}$  не перестанет изменяться на величину более чем 0,01 кг/м<sup>3</sup>. За результат определения плотности  $\rho_{15}$  принимают значение, полученное в последнем приближении с погрешностью, не более 0,01 кг/м<sup>3</sup>.

4.6 При измерениях плотности ареометром по ГОСТ 28947 учитывают температурное расширение стекла, из которого изготовлен ареометр. Для этого показания ареометра  $\rho_{t \text{ ар}}$  пересчитывают в плотность нефти  $\rho_t$  по формуле

$$\rho_t = \rho_{t \text{ ар}} \cdot K \quad (5)$$

Для ареометров, градуированных при 15 °C, коэффициент  $K$  вычисляют по формуле

$$K = 1 - 0,000023(t-15) - 0,00000002(t-15)^2 \quad (6)$$

Для ареометров, градуированных при 20 °C, коэффициент  $K$  вычисляют по формуле

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

4.7 При перерасчете плотности нефти от одних условий к другим при разности температур  $t_1$  и  $t_2$  не более 5 °C и разности давлений  $P_1$  и  $P_2$  не более 5 МПа допустимо применять формулу

$$\rho_{t_2 P_2} = \frac{\rho_{t_1 P_1}}{[1+\beta_{t_1}(t_2-t_1)][1-\gamma_{t_1}(P_2-P_1)]} \quad (8)$$

4.8 Приведенные методы расчета плотности нефти соответствуют [2].

## 5 Таблицы пересчета значений плотности нефти

5.1 Таблицы пересчета значений плотности нефти, приведенные в [1] (приложение В), следующие:

- В.1 — таблица коэффициентов объемного расширения нефти;
- В.2 — таблица коэффициентов сжимаемости нефти;
- В.3 — таблица перевода показаний ареометра в  $\text{кг/м}^3$ , градуированного на  $20\text{ }^\circ\text{C}$ , при температуре нефти  $t\text{ }^\circ\text{C}$  в плотность при температуре  $20\text{ }^\circ\text{C}$ ;
- В.4 — таблица перевода показаний ареометра в  $\text{кг/м}^3$ , градуированного на  $20\text{ }^\circ\text{C}$ , при температуре нефти  $t\text{ }^\circ\text{C}$  в плотность при температуре  $15\text{ }^\circ\text{C}$ ;
- В.5 — таблица перевода показаний ареометра в  $\text{кг/м}^3$ , градуированного на  $15\text{ }^\circ\text{C}$ , при температуре нефти  $t\text{ }^\circ\text{C}$  в плотность при температуре  $20\text{ }^\circ\text{C}$ ;
- В.6 — таблица перевода показаний ареометра в  $\text{кг/м}^3$ , градуированного на  $15\text{ }^\circ\text{C}$ , при температуре нефти  $t\text{ }^\circ\text{C}$  в плотность при температуре  $15\text{ }^\circ\text{C}$ ;
- В.7 — таблица перевода плотности нефти в  $\text{кг/м}^3$  при температуре  $20\text{ }^\circ\text{C}$  в плотность при температуре  $t\text{ }^\circ\text{C}$  (без учета поправки на расширение стекла);
- В.8 — таблица перевода плотности нефти в  $\text{кг/м}^3$  при температуре  $15\text{ }^\circ\text{C}$  в плотность при температуре  $t\text{ }^\circ\text{C}$  (без учета поправки на расширение стекла);
- В.9 — таблица перевода плотности нефти в  $\text{кг/м}^3$  при температуре  $t\text{ }^\circ\text{C}$  в плотность при температуре  $20\text{ }^\circ\text{C}$  (без учета поправки на расширение стекла);
- В.10 — таблица перевода плотности нефти в  $\text{кг/м}^3$  при температуре  $t\text{ }^\circ\text{C}$  в плотность при температуре  $15\text{ }^\circ\text{C}$  (без учета поправки на расширение стекла).

Расчет данных, приведенных в таблицах (далее — расчет таблиц), соответствует расчету по формулам (1)—(7) настоящего стандарта.

5.2 Таблицы предназначены для обработки данных при измерениях плотности нефти ареометром или плотномером, приведении плотности к стандартным условиям, а также к требуемым условиям по температуре и давлению.

5.3 Диапазоны значений величин в таблицах В.1—В.10 [1]:

- для плотности:  $760\text{—}914\text{ кг/м}^3$ ;
- для температуры:  $0\text{ }^\circ\text{C—}100\text{ }^\circ\text{C}$ .

Дискретность значений величин в таблицах:

В.1—В.2 [1]:

- для температуры  $5,0\text{ }^\circ\text{C}$ ,
- для плотности  $5,0\text{ кг/м}^3$ ;

В.3—В.10 [1]:

- для температуры  $0,2\text{ }^\circ\text{C}$ ,
- для плотности  $1,0\text{ кг/м}^3$ .

5.4 Абсолютная погрешность расчета табличных значений плотности нефти — не более  $0,01\text{ кг/м}^3$ .

Относительная погрешность расчета табличных значений коэффициентов объемного расширения и коэффициентов сжимаемости — не более  $0,01\text{ }%$ .

5.5 Примеры применения таблиц приведены в приложении А.

Приложение А  
(справочное)

## Примеры применения таблиц пересчета значений плотности нефти

## А.1 Определение значений коэффициентов объемного расширения и коэффициентов сжимаемости нефти

Значения коэффициентов объемного расширения и коэффициентов сжимаемости нефти определяют по таблицам В.1 и В.2 [1] соответственно. По значениям плотности и температуры, которые попадают в соответствующие диапазоны (в настоящем стандарте выделены полужирными линиями), определяют значения коэффициентов объемного расширения и сжимаемости.

**Пример** — Плотность нефти при температуре 28,5 °С равна 827,3 кг/м<sup>3</sup>, требуется определить коэффициенты объемного расширения и сжимаемости.

В таблицах В.1 и В.2 [1] (рисунки А.1 и А.2) значение плотности 827,3 кг/м<sup>3</sup> попадает в диапазон 825,00—829,99 кг/м<sup>3</sup>, значение температуры 28,5 °С — в диапазон 25,00 °С—29,99 °С. На пересечении строки и столбца, соответствующих данным диапазонам, по таблицам В.1 и В.2 [1] находят значения коэффициентов объемного расширения и сжимаемости соответственно. Они равны  $0,892 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$  и  $0,810 \cdot 10^{-3} \text{ МПа}^{-1}$  соответственно.

| Приложение В                 |  | Таблица В.1   |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |  |
|------------------------------|--|---|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--|
|                              |  | Таблица значений коэффициентов объемного расширения нефти $\times 10^3, \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |  |
| Плотность, кг/м <sup>3</sup> | Температура нефти, $^\circ\text{C}^{-1}$ |   |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |  |
|                              | 0,00<br>—<br>4,99                        | 5,00<br>—<br>9,99   | 10,00<br>—<br>14,99 | 15,00<br>—<br>19,99 | 20,00<br>—<br>24,99 | 25,00<br>—<br>29,99 | 30,00<br>—<br>34,99 | 35,00<br>—<br>39,99 | 40,00<br>—<br>44,99 | 45,00<br>—<br>49,99 | 50,00<br>—<br>54,99 | 55,00<br>—<br>59,99 |  |
| 815,00—819,99                | 0,923                                    | 0,921   | 0,920               | 0,918               | 0,916               | 0,914               | 0,912               | 0,910               | 0,908               | 0,906               | 0,904               | 0,902               |  |
| 820,00—824,99                | 0,911                                    | 0,910   | 0,908               | 0,907               | 0,905               | 0,903               | 0,901               | 0,899               | 0,898               | 0,896               | 0,893               | 0,891               |  |
| 825,00—829,99                | 0,900                                    | 0,899   | 0,897               | 0,896               | 0,894               | 0,892               | 0,891               | 0,889               | 0,887               | 0,885               | 0,883               | 0,881               |  |
| 830,00—834,99                | 0,890                                    | 0,888   | 0,887               | 0,885               | 0,883               | 0,882               | 0,880               | 0,878               | 0,876               | 0,874               | 0,873               | 0,871               |  |
| 835,00—839,99                | 0,879                                    | 0,878   | 0,876               | 0,875               | 0,873               | 0,871               | 0,870               | 0,868               | 0,866               | 0,864               | 0,862               | 0,860               |  |

Рисунок А.1 — Фрагмент таблицы В.1 [1]

| Приложение В                 |  | Таблица В.2   |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |  |
|------------------------------|--|---|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--|
|                              |  | Таблица значений коэффициента сжимаемости нефти $\times 10^3, \text{ МПа}^{-1}$ |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |  |
| Плотность, кг/м <sup>3</sup> | Температура нефти, $^\circ\text{C}^{-1}$ |   |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |  |
|                              | 0,00<br>—<br>4,99                        | 5,00<br>—<br>9,99   | 10,00<br>—<br>14,99 | 15,00<br>—<br>19,99 | 20,00<br>—<br>24,99 | 25,00<br>—<br>29,99 | 30,00<br>—<br>34,99 | 35,00<br>—<br>39,99 | 40,00<br>—<br>44,99 | 45,00<br>—<br>49,99 | 50,00<br>—<br>54,99 | 55,00<br>—<br>59,99 |  |
| 815,00—819,99                | 0,767                                    | 0,781   | 0,795               | 0,810               | 0,824               | 0,838               | 0,852               | 0,866               | 0,880               | 0,894               | 0,908               | 0,922               |  |
| 820,00—824,99                | 0,754                                    | 0,768   | 0,782               | 0,796               | 0,810               | 0,824               | 0,838               | 0,852               | 0,865               | 0,879               | 0,892               | 0,906               |  |
| 825,00—829,99                | 0,742                                    | 0,755   | 0,769               | 0,783               | 0,797               | 0,810               | 0,824               | 0,837               | 0,851               | 0,864               | 0,877               | 0,890               |  |
| 830,00—834,99                | 0,730                                    | 0,743   | 0,757               | 0,770               | 0,784               | 0,797               | 0,810               | 0,823               | 0,837               | 0,850               | 0,863               | 0,876               |  |
| 835,00—839,99                | 0,718                                    | 0,732   | 0,745               | 0,758               | 0,771               | 0,784               | 0,797               | 0,810               | 0,823               | 0,836               | 0,849               | 0,861               |  |

Рисунок А.2 — Фрагмент таблицы В.2 [1]

**А.2 Пересчет плотности нефти по температуре**

Пересчет плотности нефти по температуре осуществляют с помощью таблиц В.3—В.10 [1].

Для пересчета плотности нефти выполняют следующие общие процедуры.

Шаг 1. Округляют значение температуры до большего значения, кратного 0,2 °С.

Шаг 2. Округляют значение плотности (показание ареометра) до ближайшего целого значения в кг/м<sup>3</sup>.

Шаг 3. В графе «t, °С» соответствующей таблицы находят округленное значение температуры, а в подзаголовке таблицы находят округленное значение плотности. На пересечении строки, соответствующей округленному значению температуры, и столбца, соответствующего округленному значению плотности, находят значение приведенной плотности (в настоящем стандарте выделены полужирными линиями).

Шаг 4. К найденному по таблице значению приведенной плотности прибавляют (вычитают) величину, на которую было уменьшено (увеличено) значение плотности при округлении.

Шаг 5. В случае если значение температуры округлено (по шагу 2) до большего значения, то из значения плотности, рассчитанного по шагу 4, вычитают 0,1 кг/м<sup>3</sup> при пересчете по таблицам В.3—В.6 и В.9—В.10 [1] или прибавляют 0,1 кг/м<sup>3</sup> при пересчете по таблицам В.7—В.8 [1].

**Примеры**

**1** Проведены измерения плотности нефти ареометром, градуированным при температуре 20 °С. Температура нефти 27,5 °С, показание ареометра 822,7 кг/м<sup>3</sup>. Требуется определить значение плотности при температуре 20 °С.

*Процедура получения значения плотности при температуре 20 °С следующая:*

Шаг 1. Округляют значение температуры до значения, кратного 0,2, в большую сторону: 27,6 °С.

Шаг 2. Округляют значение показания ареометра до ближайшего целого значения: 823 кг/м<sup>3</sup>.

Шаг 3. В таблице В.3 [1] (рисунок А.3) на пересечении строки, соответствующей температуре 27,6 °С, и столбца, соответствующего плотности 823 кг/м<sup>3</sup>, находят значение приведенной плотности: 828,5 кг/м<sup>3</sup>.

Шаг 4. Из значения плотности 828,5 кг/м<sup>3</sup> вычитают величину, на которую было увеличено значение плотности при округлении:

$$828,5 - (823,0 - 822,7) = 828,5 - 0,3 = 828,2 \text{ кг/м}^3.$$

Шаг 5. Из значения плотности 828,2 кг/м<sup>3</sup> вычитают 0,1 кг/м<sup>3</sup>:

$$828,2 - 0,1 = 828,1 \text{ кг/м}^3.$$

Искомое значение плотности нефти при температуре 20 °С равно 828,1 кг/м<sup>3</sup>.

Приложение В

Таблица В.3

Таблица перевода показаний ареометра в кг/м<sup>3</sup>, отградуированного на 20 °С, при испытании нефти при температуре t °С в плотность при 20 °С

| t, °С | 815,0 | 816,0 | 817,0 | 818,0 | 819,0 | 820,0 | 821,0 | 822,0 | 823,0 | 824,0 | 825,0 | 826,0 | 827,0 | 828,0 | 829,0 | 830,0 | 831,0 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 26,6  | 819,8 | 820,8 | 821,8 | 822,8 | 823,8 | 824,8 | 825,8 | 826,8 | 827,8 | 828,8 | 829,7 | 830,7 | 831,7 | 832,7 | 833,7 | 834,7 | 835,7 |
| 26,8  | 820,0 | 820,9 | 821,9 | 822,9 | 823,9 | 824,9 | 825,9 | 826,9 | 827,9 | 828,9 | 829,9 | 830,9 | 831,9 | 832,9 | 833,9 | 834,9 | 835,9 |
| 27,0  | 820,1 | 821,1 | 822,1 | 823,1 | 824,1 | 825,1 | 826,1 | 827,1 | 828,0 | 829,0 | 830,0 | 831,0 | 832,0 | 833,0 | 834,0 | 835,0 | 836,0 |
| 27,2  | 820,2 | 821,2 | 822,2 | 823,2 | 824,2 | 825,2 | 826,2 | 827,2 | 828,2 | 829,2 | 830,2 | 831,2 | 832,2 | 833,2 | 834,2 | 835,1 | 836,1 |
| 27,4  | 820,4 | 821,4 | 822,4 | 823,4 | 824,5 | 825,4 | 826,3 | 827,3 | 828,3 | 829,3 | 830,3 | 831,3 | 832,3 | 833,3 | 834,3 | 835,3 | 836,3 |
| 27,6  | 820,5 | 821,5 | 822,5 | 823,5 | 824,6 | 825,5 | 826,5 | 827,5 | 828,5 | 829,5 | 830,5 | 831,5 | 832,4 | 833,4 | 834,4 | 835,4 | 836,4 |
| 27,8  | 820,7 | 821,7 | 822,7 | 823,7 | 824,6 | 825,6 | 826,6 | 827,6 | 828,6 | 829,6 | 830,6 | 831,6 | 832,6 | 833,6 | 834,6 | 835,6 | 836,6 |
| 28,0  | 820,8 | 821,8 | 822,8 | 823,8 | 824,8 | 825,8 | 826,8 | 827,8 | 828,8 | 829,8 | 830,7 | 831,7 | 832,7 | 833,7 | 834,7 | 835,7 | 836,7 |
| 28,2  | 821,0 | 822,0 | 823,0 | 823,9 | 824,9 | 825,9 | 826,9 | 827,9 | 828,9 | 829,9 | 830,9 | 831,9 | 832,9 | 833,9 | 834,9 | 835,9 | 836,8 |
| 28,4  | 821,1 | 822,1 | 823,1 | 824,1 | 825,1 | 826,1 | 827,1 | 828,1 | 829,0 | 830,0 | 831,0 | 832,0 | 833,0 | 834,0 | 835,0 | 836,0 | 837,0 |

Рисунок А.3 — Фрагмент таблицы В.3 [1]

2 Проведены измерения плотности нефти ареометром, градуированным при температуре 20 °С. Температура нефти 32,2 °С, показание ареометра 806,3 кг/м<sup>3</sup>. Требуется определить значение плотности при температуре 15 °С.

Процедура получения значения плотности при температуре 15 °С следующая:

Шаг 1. Округляют значение показания ареометра до ближайшего целого значения: 806 кг/м<sup>3</sup>.

Шаг 2. В таблице В.4 [1] (рисунок А.4) на пересечении строки, соответствующей температуре 32,2 °С, и столбца, соответствующего плотности 806 кг/м<sup>3</sup>, находят значение приведенной плотности: 818,7 кг/м<sup>3</sup>.

Шаг 3. К значению плотности 818,7 кг/м<sup>3</sup> прибавляют величину, на которую было уменьшено значение плотности при округлении:

$$818,7 + (806,3 - 806,0) = 818,7 + 0,3 = 819,0 \text{ кг/м}^3.$$

Искомое значение плотности нефти при температуре 15 °С равно 819,0 кг/м<sup>3</sup>.

Приложение В

Таблица В.4

Таблица перевода показаний ареометра в кг/м<sup>3</sup>, отградуированного на 20 °С, при испытании нефти при температуре  $t$  °С в плотность при 15 °С

| $t, ^\circ\text{C}$ | 796,0 | 797,0 | 798,0 | 799,0 | 800,0 | 801,0 | 802,0 | 803,0 | 804,0 | 805,0 | 806,0 | 807,0 | 808,0 | 809,0 | 810,0 | 811,0 | 812,0 |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 31,2                | 808,1 | 809,1 | 810,1 | 811,1 | 812,1 | 813,1 | 814,0 | 815,0 | 816,0 | 817,0 | 818,0 | 819,0 | 820,0 | 820,9 | 821,9 | 822,9 | 823,9 |
| 31,4                | 808,3 | 809,3 | 810,3 | 811,2 | 812,2 | 813,2 | 814,2 | 815,2 | 816,2 | 817,1 | 818,1 | 819,1 | 820,1 | 821,1 | 822,1 | 823,1 | 824,0 |
| 31,6                | 808,4 | 809,4 | 810,4 | 811,4 | 812,4 | 813,4 | 814,3 | 815,3 | 816,3 | 817,3 | 818,3 | 819,3 | 820,2 | 821,2 | 822,2 | 823,2 | 824,2 |
| 31,8                | 808,6 | 809,6 | 810,5 | 811,5 | 812,5 | 813,5 | 814,5 | 815,5 | 816,5 | 817,4 | 818,4 | 819,4 | 820,4 | 821,4 | 822,4 | 823,3 | 824,3 |
| 32,0                | 808,7 | 809,7 | 810,7 | 811,7 | 812,7 | 813,6 | 814,6 | 815,6 | 816,6 | 817,6 | 818,6 | 819,6 | 820,5 | 821,5 | 822,5 | 823,5 | 824,5 |
| 32,2                | 808,9 | 809,9 | 810,8 | 811,8 | 812,8 | 813,8 | 814,8 | 815,8 | 816,7 | 817,7 | 818,7 | 819,7 | 820,7 | 821,7 | 822,6 | 823,6 | 824,6 |
| 32,4                | 809,0 | 810,0 | 811,0 | 812,0 | 813,0 | 813,9 | 814,9 | 815,9 | 816,9 | 817,9 | 818,9 | 819,8 | 820,7 | 821,8 | 822,8 | 823,8 | 824,8 |

Рисунок А.4 — Фрагмент таблицы В.4 [1]

3 Проведены измерения плотности нефти ареометром, градуированным при температуре 15 °С. Температура нефти 37,9 °С, показание ареометра 843,6 кг/м<sup>3</sup>. Требуется определить значение плотности при температуре 20 °С.

Процедура получения значения плотности при температуре 20 °С следующая:

Шаг 1. Округляют значение температуры до значения, кратного 0,2, в большую сторону: 38,0 °С.

Шаг 2. Округляют значение показания ареометра до ближайшего целого значения: 844 кг/м<sup>3</sup>.

Шаг 3. В таблице В.5 [1] (рисунок А.5) на пересечении строки, соответствующей температуре 38,0 °С, и столбца, соответствующего плотности 844 кг/м<sup>3</sup>, находят значение приведенной плотности: 856,5 кг/м<sup>3</sup>.

Шаг 4. Из значения плотности 856,5 кг/м<sup>3</sup> вычитают величину, на которую было увеличено значение плотности при округлении:

$$856,5 - (844,0 - 843,6) = 828,5 - 0,4 = 856,1 \text{ кг/м}^3.$$

Шаг 5. Из значения плотности 856,1 кг/м<sup>3</sup> вычитают 0,1 кг/м<sup>3</sup>:

$$856,1 - 0,1 = 856,0 \text{ кг/м}^3.$$

Искомое значение плотности нефти при температуре 20 °С равно 856,0 кг/м<sup>3</sup>.

Приложение В

Таблица В.5

Таблица перевода показаний ареометра в  $\text{кг}/\text{м}^3$ , отградуированного на  $15^\circ\text{C}$ , при испытании нефти при температуре  $t^\circ\text{C}$  в плотность при  $15^\circ\text{C}$ 

|                     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $t, ^\circ\text{C}$ | 834,0 | 835,0 | 836,0 | 837,0 | 838,0 | 839,0 | 840,0 | 841,0 | 842,0 | 843,0 | 844,0 | 845,0 | 846,0 | 847,0 | 848,0 | 849,0 | 850,0 |
| 37,2                | 846,0 | 847,0 | 848,0 | 849,0 | 850,0 | 851,0 | 852,0 | 852,9 | 853,9 | 854,9 | 855,9 | 856,9 | 857,9 | 858,9 | 859,8 | 860,8 | 861,8 |
| 37,4                | 846,2 | 847,2 | 848,2 | 849,1 | 850,1 | 851,1 | 852,1 | 853,1 | 854,1 | 855,1 | 856,0 | 857,0 | 858,0 | 859,0 | 860,0 | 861,0 | 861,9 |
| 37,6                | 846,3 | 847,3 | 848,3 | 849,3 | 850,3 | 851,3 | 852,2 | 853,2 | 854,2 | 855,2 | 856,2 | 857,2 | 858,1 | 859,1 | 860,1 | 861,1 | 862,1 |
| 37,8                | 846,5 | 847,5 | 848,4 | 849,4 | 850,4 | 851,4 | 852,4 | 853,4 | 854,3 | 855,3 | 856,3 | 857,3 | 858,3 | 859,3 | 860,3 | 861,2 | 862,2 |
| 38,0                | 846,6 | 847,6 | 848,6 | 849,6 | 850,5 | 851,5 | 852,5 | 853,5 | 854,5 | 855,5 | 856,5 | 857,4 | 858,4 | 859,4 | 860,4 | 861,4 | 862,4 |
| 38,2                | 846,7 | 847,7 | 848,7 | 849,7 | 850,7 | 851,7 | 852,7 | 853,6 | 854,6 | 85,6  | 856,6 | 857,6 | 858,6 | 859,5 | 860,5 | 861,5 | 862,5 |

Рисунок А.5 — Фрагмент таблицы В.5 [1]

4 Проведены измерения плотности нефти ареометром, градуированным при температуре  $15^\circ\text{C}$ . Температура нефти  $32,0^\circ\text{C}$ , показание ареометра  $856,2 \text{ кг}/\text{м}^3$ . Требуется определить значение плотности при температуре  $15^\circ\text{C}$ .

Процедура получения значения плотности при температуре  $15^\circ\text{C}$  следующая:

Шаг 1. Округляют значение показания ареометра до ближайшего целого значения:  $856 \text{ кг}/\text{м}^3$ .

Шаг 2. В таблице В.6 [1] (рисунок А.6) на пересечении строки, соответствующей температуре  $32,0^\circ\text{C}$ , и столбца, соответствующего плотности  $856 \text{ кг}/\text{м}^3$ , находят значение приведенной плотности:  $867,7 \text{ кг}/\text{м}^3$ .

Шаг 3. К значению плотности  $867,7 \text{ кг}/\text{м}^3$  прибавляют величину, на которую было уменьшено значение плотности при округлении:

$$867,7 + (856,2 - 856,0) = 867,7 + 0,2 = 867,9 \text{ кг}/\text{м}^3.$$

Искомое значение плотности нефти при температуре  $15^\circ\text{C}$  равно  $867,9 \text{ кг}/\text{м}^3$ .

Приложение В

Таблица В.6

Таблица перевода показаний ареометра в  $\text{кг}/\text{м}^3$ , отградуированного на  $15^\circ\text{C}$ , при испытании нефти при температуре  $t^\circ\text{C}$  в плотность при  $15^\circ\text{C}$ 

|                     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $t, ^\circ\text{C}$ | 847,0 | 848,0 | 849,0 | 850,0 | 851,0 | 852,0 | 853,0 | 854,0 | 855,0 | 856,0 | 857,0 | 858,0 | 859,0 | 860,0 | 861,0 | 862,0 | 863,0 |
| 31,2                | 858,3 | 859,3 | 860,3 | 861,2 | 862,2 | 863,2 | 864,2 | 865,2 | 866,2 | 867,2 | 868,2 | 869,1 | 870,1 | 871,1 | 872,1 | 873,1 | 874,1 |
| 31,4                | 858,4 | 859,4 | 860,4 | 861,4 | 862,4 | 863,4 | 864,3 | 865,3 | 866,3 | 867,3 | 868,3 | 869,3 | 870,3 | 871,2 | 872,2 | 873,2 | 874,2 |
| 31,6                | 858,6 | 859,6 | 860,5 | 861,5 | 862,5 | 863,5 | 864,5 | 865,5 | 866,5 | 867,4 | 868,4 | 869,4 | 870,4 | 871,4 | 872,4 | 873,4 | 874,3 |
| 31,8                | 858,7 | 859,7 | 860,7 | 861,7 | 862,6 | 863,6 | 864,6 | 865,6 | 866,6 | 867,6 | 868,6 | 869,5 | 870,5 | 871,5 | 872,5 | 873,5 | 874,5 |
| 32,0                | 858,8 | 859,8 | 860,8 | 861,8 | 862,8 | 863,8 | 864,8 | 865,7 | 866,7 | 867,7 | 868,7 | 869,7 | 870,7 | 871,7 | 872,6 | 873,6 | 874,6 |
| 32,2                | 859,0 | 860,0 | 861,0 | 861,9 | 862,9 | 863,9 | 864,9 | 865,9 | 866,9 | 867,9 | 868,8 | 869,8 | 870,8 | 871,8 | 872,8 | 873,8 | 874,7 |

Рисунок А.6 — Фрагмент таблицы В.6 [1]

5 Плотность нефти при стандартных условиях (температура  $20^\circ\text{C}$ , избыточное давление равно нулю) составляет  $828,7 \text{ кг}/\text{м}^3$ . Требуется определить значение плотности при температуре  $7,4^\circ\text{C}$ .

Процедура получения значения плотности при температуре 7,4 °С следующая:

Шаг 1. Округляют значение плотности до ближайшего целого значения: 829 кг/м<sup>3</sup>.

Шаг 2. В таблице В.7 [1] (рисунок А.7) на пересечении строки, соответствующей температуре 7,4 °С, и столбца, соответствующего плотности 829 кг/м<sup>3</sup>, находят значение приведенной плотности: 838,3 кг/м<sup>3</sup>.

Шаг 3. Из значения плотности 838,3 кг/м<sup>3</sup> вычитают величину, на которую было увеличено значение плотности при округлении:

$$838,3 - (829,0 - 828,7) = 838,3 - 0,3 = 838,0 \text{ кг/м}^3.$$

Искомое значение плотности нефти при температуре 7,4 °С равно 838,0 кг/м<sup>3</sup>.

| Приложение В   |       | Таблица В.7 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|--|-------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Таблица перевода плотности нефти в кг/м <sup>3</sup> при температуре 20 °С в плотность при температуре $t$ °С<br>(без учета поправки на расширение стекла) |       |             |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| $t$ , °С   | 818,0 | 819,0       | 820,0 | 821,0 | 822,0 | 823,0 | 824,0 | 825,0 | 826,0 | 827,0 | 828,0 | 829,0 | 830,0 | 831,0 | 832,0 | 833,0 | 834,0 |
| 6,6  | 828,0 | 829,0       | 830,0 | 831,0 | 832,0 | 832,9 | 833,9 | 834,9 | 835,9 | 836,9 | 837,9 | 838,9 | 839,9 | 840,8 | 841,8 | 842,8 | 843,8 |
| 6,8  | 827,9 | 828,8       | 829,8 | 830,8 | 831,8 | 832,8 | 833,8 | 834,8 | 835,8 | 836,7 | 837,7 | 838,7 | 839,7 | 840,7 | 841,7 | 842,7 | 843,7 |
| 7,0  | 827,7 | 828,7       | 829,7 | 830,7 | 831,7 | 832,6 | 833,6 | 834,6 | 835,6 | 836,6 | 837,6 | 838,6 | 839,6 | 840,6 | 841,5 | 842,5 | 843,5 |
| 7,2  | 827,6 | 828,5       | 829,5 | 830,5 | 831,5 | 832,5 | 833,5 | 834,5 | 835,5 | 836,5 | 837,4 | 838,4 | 839,4 | 840,4 | 841,4 | 842,4 | 843,4 |
| 7,4  | 827,4 | 828,4       | 829,4 | 830,4 | 831,4 | 832,4 | 833,3 | 834,3 | 835,3 | 836,3 | 837,3 | 838,3 | 839,3 | 840,3 | 841,3 | 842,2 | 843,2 |
| 7,6  | 827,3 | 828,2       | 829,2 | 830,2 | 831,2 | 832,2 | 833,2 | 834,2 | 835,2 | 836,2 | 837,1 | 838,1 | 839,1 | 840,1 | 841,1 | 842,1 | 843,1 |

Рисунок А.7 — Фрагмент таблицы В.7 [1]

6 Плотность нефти при стандартных условиях (температура 15 °С, избыточное давление равно нулю) составляет 842,3 кг/м<sup>3</sup>. Требуется определить значение плотности при температуре 22,7 °С.

Процедура получения значения плотности при температуре 22,7 °С следующая:

Шаг 1. Округляют значение температуры до значения, кратного 0,2, в большую сторону: 22,8 °С.

Шаг 2. Округляют значение плотности до ближайшего целого значения: 842 кг/м<sup>3</sup>.

Шаг 3. В таблице В.8 [1] (рисунок А.8) на пересечении строки, соответствующей температуре 22,8 °С, и столбца, соответствующего плотности 842 кг/м<sup>3</sup>, находят значение приведенной плотности: 836,3 кг/м<sup>3</sup>.

Шаг 4. К значению плотности 836,3 кг/м<sup>3</sup> прибавляют величину, на которую было уменьшено значение плотности при округлении:

$$836,3 + (842,3 - 842,0) = 836,3 + 0,3 = 836,6 \text{ кг/м}^3.$$

Шаг 5. К значению плотности 836,6 кг/м<sup>3</sup> прибавляют 0,1 кг/м<sup>3</sup>:

$$836,6 + 0,1 = 836,7 \text{ кг/м}^3.$$

Искомое значение плотности нефти при температуре 22,7 °С равно 836,7 кг/м<sup>3</sup>.

Приложение В

Таблица В.8

Таблица перевода плотности нефти в  $\text{кг}/\text{м}^3$  при температуре  $15^\circ\text{C}$  в плотность при температуре  $t^\circ\text{C}$  (без учета поправки на расширение стекла)

| $t, ^\circ\text{C}$ | 835,0 | 836,0 | 837,0 | 838,0 | 839,0 | 840,0 | 841,0 | 842,0 | 843,0 | 844,0 | 845,0 | 846,0 | 847,0 | 848,0 | 849,0 | 850,0 | 851,0 |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 21,8                | 830,0 | 831,0 | 832,0 | 833,0 | 834,0 | 835,0 | 836,0 | 837,0 | 838,0 | 839,0 | 840,1 | 841,1 | 842,1 | 843,1 | 844,1 | 845,1 | 846,1 |
| 22,0                | 829,8 | 830,8 | 831,9 | 832,9 | 833,9 | 834,9 | 835,9 | 836,9 | 837,9 | 838,9 | 839,9 | 840,9 | 841,9 | 842,9 | 843,9 | 844,9 | 845,9 |
| 22,2                | 829,7 | 830,7 | 831,7 | 832,7 | 833,7 | 834,7 | 835,7 | 836,7 | 837,7 | 838,8 | 839,8 | 840,8 | 841,8 | 842,8 | 843,8 | 844,8 | 845,8 |
| 22,4                | 829,5 | 830,6 | 831,6 | 832,4 | 833,6 | 834,6 | 835,6 | 836,6 | 837,6 | 838,6 | 839,6 | 840,6 | 841,6 | 842,6 | 843,6 | 844,6 | 845,7 |
| 22,6                | 829,4 | 830,4 | 831,4 | 832,4 | 833,4 | 834,4 | 835,4 | 836,4 | 837,5 | 838,5 | 839,5 | 840,5 | 841,5 | 842,5 | 843,5 | 844,5 | 845,5 |
| 22,8                | 829,3 | 830,3 | 831,3 | 832,3 | 833,3 | 834,3 | 835,3 | 836,3 | 837,3 | 838,3 | 839,3 | 840,3 | 841,3 | 842,3 | 843,3 | 844,4 | 845,4 |
| 23,0                | 829,1 | 830,1 | 831,1 | 832,1 | 833,1 | 834,1 | 835,1 | 836,2 | 837,2 | 838,2 | 839,2 | 840,2 | 841,2 | 842,2 | 843,2 | 844,2 | 845,2 |

Рисунок А.8 — Фрагмент таблицы В.8 [1]

7 Проведены измерения плотности нефти лабораторным плотномером при избыточном давлении, равном нулю. Температура нефти  $62,8^\circ\text{C}$ , показание плотномера  $796,7 \text{ кг}/\text{м}^3$ . Требуется определить значение плотности нефти при стандартных условиях (температура  $20^\circ\text{C}$ , избыточное давление равно нулю).

Процедура получения значения плотности при температуре  $20^\circ\text{C}$  следующая:

Шаг 1 Округляют значение плотности до ближайшего целого значения:  $797 \text{ кг}/\text{м}^3$ .

Шаг 2. В таблице В.9 [1] (рисунок А.9) на пересечении строки, соответствующей температуре  $62,8^\circ\text{C}$ , и столбца, соответствующего плотности  $797 \text{ кг}/\text{м}^3$ , находят значение приведенной плотности:  $829,0 \text{ кг}/\text{м}^3$ .

Шаг 3. Из значения плотности  $829,0 \text{ кг}/\text{м}^3$  вычитают величину, на которую было увеличено значение плотности при округлении:

$$829,0 - (797,0 - 796,7) = 829,0 - 0,3 = 828,7 \text{ кг}/\text{м}^3.$$

Искомое значение плотности нефти при температуре  $20^\circ\text{C}$  равно  $828,7 \text{ кг}/\text{м}^3$ .

Приложение В

Таблица В.9

Таблица перевода плотности нефти в  $\text{кг}/\text{м}^3$  при температуре  $t^\circ\text{C}$  в плотность при температуре  $20^\circ\text{C}$  (без учета поправки на расширение стекла)

| $t, ^\circ\text{C}$ | 788,0 | 789,0 | 790,0 | 791,0 | 792,0 | 793,0 | 794,0 | 795,0 | 796,0 | 797,0 | 798,0 | 799,0 | 800,0 | 801,0 | 802,0 | 803,0 | 804,0 |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 62,0                | 619,7 | 620,7 | 621,6 | 622,6 | 623,6 | 624,5 | 625,6 | 626,5 | 627,4 | 628,4 | 629,3 | 630,3 | 631,3 | 632,2 | 633,2 | 634,2 | 635,1 |
| 62,2                | 619,9 | 620,8 | 621,8 | 622,8 | 623,7 | 624,7 | 625,6 | 626,6 | 627,6 | 628,5 | 629,5 | 630,5 | 631,4 | 632,4 | 633,3 | 634,3 | 635,3 |
| 62,4                | 620,0 | 621,0 | 621,9 | 622,9 | 623,9 | 624,8 | 625,8 | 626,7 | 627,7 | 628,7 | 629,6 | 630,6 | 631,6 | 632,5 | 633,5 | 634,5 | 635,4 |
| 62,6                | 620,2 | 621,1 | 622,1 | 623,0 | 624,0 | 625,0 | 625,9 | 626,9 | 627,9 | 628,8 | 629,8 | 630,7 | 631,7 | 632,7 | 633,6 | 634,6 | 635,6 |
| 62,8                | 620,3 | 621,3 | 622,2 | 623,2 | 624,2 | 625,1 | 626,1 | 627,0 | 628,0 | 629,0 | 629,9 | 630,9 | 631,9 | 632,8 | 633,8 | 634,7 | 635,7 |
| 63,0                | 620,5 | 621,4 | 622,4 | 623,3 | 624,3 | 625,3 | 626,2 | 627,2 | 628,1 | 629,1 | 630,1 | 631,0 | 632,0 | 633,0 | 633,9 | 634,9 | 635,8 |
| 63,2                | 620,6 | 621,6 | 622,5 | 623,5 | 624,4 | 625,4 | 626,4 | 627,3 | 628,3 | 629,3 | 630,2 | 631,2 | 632,1 | 633,1 | 634,1 | 635,5 | 636,0 |

Рисунок А.9 — Фрагмент таблицы В.9 [1]

8 Проведены измерения плотности нефти лабораторным плотномером при избыточном давлении, равном нулю. Температура нефти 37,3 °С, показание плотномера 856,2 кг/м<sup>3</sup>. Требуется определить значение плотности нефти при стандартных условиях (температура 15 °С, избыточное давление равно нулю).

Процедура получения значения плотности при температуре 15 °С следующая:

Шаг 1. Округляют значение температуры до значения, кратного 0,2, в большую сторону: 37,4 °С.

Шаг 2. Округляют значение плотности до ближайшего целого значения: 856 кг/м<sup>3</sup>.

Шаг 3. В таблице В.10 [1] (рисунок А.10) на пересечении строки, соответствующей температуре 37,4 °С, и столбца, соответствующего плотности 856 кг/м<sup>3</sup>, находят значение приведенной плотности: 871,9 кг/м<sup>3</sup>.

Шаг 4. К значению плотности 871,9 кг/м<sup>3</sup> прибавляют величину, на которую было уменьшено значение плотности при округлении:

$$871,9 + (856,2 - 856,0) = 871,9 + 0,2 = 872,1 \text{ кг/м}^3.$$

Шаг 5. Из значения плотности 872,1 кг/м<sup>3</sup> вычитают 0,1 кг/м<sup>3</sup>:

$$872,1 - 0,1 = 872,0 \text{ кг/м}^3.$$

Искомое значение плотности нефти при температуре 15 °С равно 872,0 кг/м<sup>3</sup>.

| Приложение В   |       | Таблица В.10 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|--|-------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Таблица перевода плотности нефти в кг/м <sup>3</sup> при температуре $t$ °С в плотность при температуре 15 °С<br>(без учета поправки на расширение стекла) |       |              |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| $t$ , °С   | 845,0 | 846,0        | 847,0 | 848,0 | 849,0 | 850,0 | 851,0 | 852,0 | 853,0 | 854,0 | 855,0 | 856,0 | 857,0 | 858,0 | 859,0 | 860,0 | 861,0 | 862,0 |
| 36,4   | 860,4 | 861,3        | 862,3 | 863,3 | 864,3 | 865,3 | 866,2 | 867,2 | 868,2 | 869,2 | 870,2 | 871,2 | 872,1 | 873,1 | 874,1 | 875,1 | 876,1 | 877,1 |
| 36,6   | 860,5 | 861,5        | 862,5 | 863,4 | 864,4 | 865,4 | 866,4 | 867,4 | 868,4 | 869,3 | 870,3 | 871,3 | 872,3 | 873,3 | 874,2 | 875,2 | 876,2 | 877,2 |
| 36,8   | 860,6 | 861,6        | 862,6 | 863,6 | 864,6 | 865,5 | 866,5 | 867,5 | 868,5 | 869,5 | 870,5 | 871,4 | 872,4 | 873,4 | 874,4 | 875,4 | 876,4 | 877,4 |
| 37,0   | 860,8 | 861,8        | 862,7 | 863,7 | 864,7 | 865,7 | 866,7 | 867,6 | 868,6 | 869,6 | 870,6 | 871,6 | 872,6 | 873,5 | 874,5 | 875,5 | 876,5 | 877,5 |
| 37,2   | 860,9 | 861,9        | 862,9 | 863,9 | 864,8 | 865,8 | 866,8 | 867,8 | 868,8 | 869,8 | 870,7 | 871,7 | 872,7 | 873,7 | 874,7 | 875,6 | 876,6 | 877,6 |
| 37,4   | 861,1 | 862,0        | 863,0 | 864,0 | 865,0 | 866,0 | 866,9 | 867,9 | 868,9 | 869,9 | 870,9 | 871,9 | 872,8 | 873,8 | 874,8 | 875,8 | 876,8 | 877,8 |
| 37,6   | 861,2 | 862,2        | 863,2 | 864,1 | 865,1 | 866,1 | 867,1 | 868,1 | 869,1 | 870,0 | 871,0 | 872,0 | 873,0 | 874,0 | 874,9 | 875,9 | 876,9 | 877,9 |

Рисунок А.10 — Фрагмент таблицы В.10 [1]

### А.3 Пересчет плотности нефти по температуре и давлению

Пересчет плотности нефти от одних условий (при температуре  $t_1$  и давлении  $P_1$ ) к другим (при температуре  $t_2$  и давлении  $P_2$ ) при разности температур  $t_1$  и  $t_2$  не более 5 °С и разности давлений  $P_1$  и  $P_2$  не более 5 МПа допускается проводить по формуле (8) с применением таблиц В.1—В.2 [1]. При разности температур  $t_1$  и  $t_2$  более 5 °С или разности давлений  $P_1$  и  $P_2$  более 5 МПа пересчет плотности нефти проводят по рекомендациям [3].

#### Примеры

1 Плотность нефти при температуре 18,4 °С и избыточном давлении 0,44 МПа равна 818,9 кг/м<sup>3</sup>. Требуется определить значение плотности нефти при стандартных условиях (температура 20 °С, избыточное давление равно нулю).

Шаг 1. Определяют для нефти, имеющей плотность 818,9 кг/м<sup>3</sup> при температуре 18,4 °С, значения коэффициентов объемного расширения и сжимаемости. В таблицах В.1 и В.2 [1] (рисунки А.1 и А.2) значение плотности 818,9 кг/м<sup>3</sup> попадает в диапазон 815,00—819,9) кг/м<sup>3</sup>, значение температуры 18,4 °С — в диапазон 15,00 °С—19,99 °С. На пересечении строки и столбца, соответствующих данным диапазонам, по таблицам В.1 и В.2 [1] находят значения коэффициентов объемного расширения и сжимаемости соответственно. Они равны  $0,918 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$  и  $0,810 \cdot 10^{-3} \text{ МПа}^{-1}$  соответственно.

**Шаг 2.** Подставляют в формулу (8) исходные значения температуры и избыточного давления, а также найденные по таблицам значения коэффициентов объемного расширения и сжимаемости и находят искомое значение плотности

$$\rho = \frac{818,9}{[1+0,918 \cdot 10^{-3}(20-18,4)][1-0,810 \cdot 10^{-3}(0-0,44)]} = 817,4 \text{ кг/м}^3.$$

**Искомое значение плотности нефти при температуре 20 °С и избыточном давлении, равном нулю: 817,4 кг/м<sup>3</sup>.**

**2** Плотность нефти при температуре 21,1 °С и избыточном давлении 2,44 МПа равна 832,7 кг/м<sup>3</sup>. Требуется определить значение плотности нефти при температуре 18,7 °С и избыточном давлении 0,87 МПа.

**Шаг 1.** Определяют для нефти, имеющей плотность 832,7 кг/м<sup>3</sup> при температуре 21,1 °С, значения коэффициентов объемного расширения и сжимаемости. В таблицах В.1 и В.2 [1] (рисунки А.1 и А.2) значение плотности 832,7 кг/м<sup>3</sup> попадает в диапазон 830,00—834,99 кг/м<sup>3</sup>, значение температуры 21,1 °С — в диапазон 20,00 °С—24,99 °С. На пересечении строки и столбца, соответствующих данным диапазонам, по таблицам В.1 и В.2 [1] находят значения коэффициентов объемного расширения и сжимаемости соответственно. Они равны  $0,883 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$  и  $0,784 \cdot 10^{-3} \text{ МПа}^{-1}$  соответственно.

**Шаг 2.** Подставляют в формулу (8) исходные значения температуры и избыточного давления, а также найденные по таблицам значения коэффициентов объемного расширения и сжимаемости и находят искомое значение плотности

$$\rho = \frac{832,7}{[1+0,883 \cdot 10^{-3}(18,7-21,1)][1-0,784 \cdot 10^{-3}(0,87-2,44)]} = 833,4 \text{ кг/м}^3.$$

**Искомое значение плотности нефти при температуре 18,7 °С и избыточном давлении 0,87 МПа: 833,4 кг/м<sup>3</sup>.**

**3** Проведены измерения плотности нефти ареометром, градуированным при температуре 20 °С. Температура нефти 16,8 °С, показание ареометра 830,2 кг/м<sup>3</sup>. Требуется определить значение плотности нефти при температуре 12,9 °С и избыточном давлении 2,87 МПа.

**Шаг 1.** Пересчитывают показания ареометра в плотность нефти по формулам (5) и (7):

$$\rho = 830,2 \cdot 1,00008 = 830,27,$$

$$K = 1 - 0,000025 \cdot (16,8 - 20) = 1,00008 \text{ кг/м}^3.$$

**Шаг 2.** Определяют для нефти, имеющей плотность 830,27 кг/м<sup>3</sup> при температуре 16,8 °С, значения коэффициентов объемного расширения и сжимаемости. В таблицах В.1 и В.2 [1] (рисунки А.1 и А.2) значение плотности 830,27 кг/м<sup>3</sup> попадает в диапазон 830,00—834,99 кг/м<sup>3</sup>, значение температуры 16,8 °С — в диапазон 15,00 °С—19,99 °С. На пересечении строки и столбца, соответствующих данным диапазонам, по таблицам В.1 и В.2 [1] находят значения коэффициентов объемного расширения и сжимаемости соответственно. Они равны  $0,885 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$  и  $0,770 \cdot 10^{-3} \text{ МПа}^{-1}$  соответственно.

**Шаг 3.** Подставляют в формулу (8) исходные значения температуры и избыточного давления, а также найденные по таблицам значения коэффициентов объемного расширения и сжимаемости и находят искомое значение плотности

$$\rho = \frac{830,27}{[1+0,885 \cdot 10^{-3}(12,9-16,8)][1-0,770 \cdot 10^{-3}(2,87-0)]} = 835,0 \text{ кг/м}^3.$$

**Искомое значение плотности нефти при температуре 12,9 °С и избыточном давлении 2,87 МПа: 835,0 кг/м<sup>3</sup>.**

### Библиография

- |   |  |
|---|--|
| [1] Рекомендации по метрологии МИ 2880—2004 | Государственная система обеспечения единства измерений. Плотность нефти при учетно-расчетных операциях. Программа и таблицы приведения плотности нефти к заданной температуре и давлению |
| [2] ASTM D 1250                             | Стандартное руководство по расчетным таблицам нефти и нефтепродуктов   |
| [3] Рекомендации по метрологии МИ 2632—2001 | Государственная система обеспечения единства измерений. Плотность нефти и нефтепродуктов и коэффициенты объемного расширения и сжимаемости. Методы и программа расчета                   |

---

УДК 665.6:620.113:006.354

МКС 17.20

T86.5

Ключевые слова: плотность нефти, коэффициент объемного расширения, коэффициент сжимаемости

---

Редактор *Л.Д. Чайка*  
Технический редактор *В.Н. Прусакова*  
Корректор *В.И. Варенцова*  
Компьютерная верстка *А.Н. Золотаревой*

Сдано в набор 24.07.2012. Подписано в печать 29.08.2012. Формат 60 × 84  $\frac{1}{8}$ . Гарнитура Ариал.  
Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,35. Тираж 166 экз. Зак. 887.

---

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.  
[www.gostinfo.ru](http://www.gostinfo.ru) [info@gostinfo.ru](mailto:info@gostinfo.ru)  
Набрано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» на ПЭВМ.  
Отпечатано в филиале ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» — тип. «Московский печатник», 105062 Москва, Лялин пер., 6.