

---

**ЕВРАЗИЙСКИЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ  
И СЕРТИФИКАЦИИ (EASC)**

**EURO-ASIAN COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY  
AND CERTIFICATION (EASC)**

---



**МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
СТАНДАРТ**

**ГОСТ  
8.587–  
2006**

---

Государственная система обеспечения единства измерений

## **МАССА НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ**

**Общие требования к методикам выполнения измерений**

Издание официальное

Зарегистрирован

№ 5602

" 22 " марта 2007 г.



**Минск**

**Евразийский совет по стандартизации, метрологии и сертификации**

## Предисловие

Евразийский Совет по стандартизации, метрологии и сертификации (ЕАСС) представляет собой региональное объединение национальных органов по стандартизации государств, входящих в Содружество Независимых Государств. В дальнейшем возможно вступление в ЕАСС национальных органов по стандартизации других государств.

Цели, основные принципы и основной порядок проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены ГОСТ 1.0-92 "Межгосударственная система стандартизации. Основные положения" и ГОСТ 1.2-97 "Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила, рекомендации по межгосударственной стандартизации. Порядок разработки, принятия, обновления и отмены".

Сведения о стандарте

1 РАЗРАБОТАН Государственным научным метрологическим центром - Всероссийским научно-исследовательским институтом расходометрии (ГНМЦ - ВНИИР)

2 ВНЕСЕН Управлением метрологии Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии Российской Федерации

3 ПРИНЯТ Евразийским Советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол № 29-2006 от 24 июня 2006 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
Азербайджан	AZ	Азстандарт
Казахстан	KZ	Госстандарт Республики Казахстан
Кыргызстан	KG	Кыргызстандарт
Молдова	MD	Молдова-Стандарт
Российская Федерация	RU	Ростехрегулирование
Таджикистан	TJ	Таджикстандарт
Узбекистан	UZ	Узстандарт
Украина	UA	Госпотребстандарт Украины

4 Настоящий стандарт разработан с учетом требований международных стандартов: ИСО 91-1-92, ИСО 91-2-91, ASTM D 1250-80, API 2540-82. Настоящий стандарт разработан на основе национального стандарта Российской Федерации ГОСТ Р 8.595-2004 «Государственная система обеспечения единства измерений. Масса нефти и нефтепроводов. Общие требования к методикам выполнения измерений».

5 ВЗАМЕН ГОСТ 26976-86

*Информация о введении в действие (прекращении действия) настоящего стандарта и изменений к нему на территории указанных выше государств публикуется в указателях национальных (государственных) стандартов, издаваемых в этих государствах.*

*Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в указателе (каталоге) "Межгосударственные стандарты", а текст изменений – в информационных указателях "Межгосударственные стандарты". В случае пересмотра или отмены настоящего стандарта соответствующая информация будет опубликована в информационном указателе "Межгосударственные стандарты".*

Исключительное право официального опубликования настоящего стандарта на территории указанных выше государств принадлежит национальным (государственным) органам по стандартизации этих государств

## Содержание

	стр
1 Область применения.....	1
2 Нормативные ссылки.....	1
3 Определения.....	2
4 Методы измерений, реализуемые в МВИ массы продукта.....	3
5 Требования к МВИ массы продукта.....	4
5.1 Погрешности измерений массы продукта.....	4
5.2 Требования к документам на МВИ массы продукта.....	5
5.3 Оценивание точности измерений массы продукта.....	5
5.4 Средства измерений и вспомогательные устройства, выбираемые для МВИ массы продукта .....	5
5.5 Квалификация операторов и требования безопасности.....	6
5.6 Требования к условиям измерений.....	6
5.7 Требования к обработке результатов измерений массы продукта.....	6
5.8 Форма представления результатов оценивания точности измерений массы продукта.....	11
Приложение А (справочное) Коэффициенты объемного расширения продукта $\beta$ .....	15
Библиография .....	16

---

**МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ**

---

**Государственная система обеспечения единства измерений****МАССА НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ****Общие требования к методикам выполнения измерений**

State system for ensuring the uniformity of measurements.  
Massa of petroleum and petroleum products.  
General requirements to procedures of measurements

---

Дата введения

**1 Область применения**

Настоящий стандарт распространяется на методики выполнения измерений (далее - МВИ) массы товарной нефти и нефтепродуктов (далее - продукта), в сферах распространения государственного метрологического контроля и надзора, основанные на :

- прямых методах динамических и статических измерений;
- косвенных методах динамических и статических измерений;
- косвенном методе, основанном на гидростатическом принципе.

Настоящий стандарт устанавливает основные требования к МВИ массы продукта, обусловленные особенностями измерений массы продукта.

Настоящий стандарт обязателен для применения при разработке МВИ массы продукта, транспортируемого по трубопроводам, в мерах вместимости и мерах полной вместимости.

Настоящий стандарт применяют совместно с ГОСТ 8.010.

**2 Нормативные ссылки**

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 1.1 – 2002 Межгосударственная система стандартизации. Термины и определения.

ГОСТ 1.2-97 Межгосударственная система стандартизации. Правила проведения работ по межгосударственной стандартизации. Порядок разработки, принятия, применения, обновления и отмены документов по межгосударственной стандартизации.

ГОСТ 1.5-2001 Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Общие требования к построению, оформлению, содержанию и обозначению.

ГОСТ 8.009-84 Государственная система обеспечения единства измерений. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений.

ГОСТ 8.010-99 Государственная система обеспечения единства измерений. Методики выполнения измерений. Основные положения

ГОСТ 8.207-76 Государственная система обеспечения единства измерений. Прямые измерения с многократными наблюдениями. Методы обработки результатов наблюдений. Основные положения.

ГОСТ 8.346-2000 Государственная система обеспечения единства измерений. Резервуары стальные горизонтальные цилиндрические. Методика поверки.

ГОСТ 8.570-2000 Государственная система обеспечения единства измерений. Резервуары стальные вертикальные цилиндрические. Методика поверки.

ГОСТ 12.0.004-90 Система стандартизации безопасности труда. Организация обучения безопасности труда. Общие положения.

ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартизации безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

ГОСТ 12.4.137-84 Обувь специальная кожаная для защиты от нефти, нефтепродуктов, кислот, щелочей, нетоксичной и взрывоопасной пыли. Технические условия.

ГОСТ 2477-65 Нефть и нефтепродукты. Методы определения содержания воды.

ГОСТ 2517-85 Нефть и нефтепродукты. Методы отбора проб.

ГОСТ 3900-85 Нефть и нефтепродукты. Методы определения плотности.

ГОСТ 6370-83 Нефть, нефтепродукты и присадки. Метод определения механических примесей.

ГОСТ 21534-76 Нефть. Методы определения содержания хлористых солей.

ГОСТ 27574-87 Костюмы женские для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий.

ГОСТ 27575-87 Костюмы мужские для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий.

ГОСТ 29329-92 Весы для статического взвешивания. Общие технические требования.

ГОСТ 30414-96 Весы для взвешивания транспортных средств в движении. Общие технические требования.

ГОСТ 30852.0-2002 (МЭК 60079-0:1998) Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 0. Общие требования.

ГОСТ 30852.9-2002 (МЭК 60079-10:1995) Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 10. Классификация взрывоопасных зон.

ГОСТ 31072-2002 Нефть и нефтепродукты. Метод определения плотности, относительной плотности и плотности в градусах API ареометром.

ГОСТ ИСО 5725-1-2003 Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 1. Основные положения и определения.

ГОСТ ИСО 5725-2-2003 Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 2. Основной метод определения повторяемости и воспроизводимости стандартного метода измерений.

ГОСТ ИСО 5725-3-2003 Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 3. Промежуточные показатели прецизионности стандартного метода измерений.

ГОСТ ИСО 5725-4-2003 Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 4. Основной метод определения правильности стандартного метода измерений.

ГОСТ ИСО 5725-5-2003 Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 5. Альтернативные методы определения прецизионности стандартного метода измерений.

ГОСТ ИСО 5725-6-2003 Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 6. Использование значений точности на практике.

ГОСТ Р 8.569-98\* Государственная система обеспечения единства измерений. Автоцистерны для жидких нефтепродуктов. Методика поверки.

ГОСТ Р 8.580-2001\* Государственная система обеспечения единства измерений. Определение и применение показателей точности методов испытаний нефтепродуктов.

ГОСТ Р 8.599-2003\* Государственная система обеспечения единства измерений. Плотность и объем нефти. Таблицы коэффициентов пересчета плотности и массы.

ГОСТ Р 8.610-2004\* ГСИ. Плотность нефти. Таблицы пересчета.

ГОСТ Р 51858-2002\* Нефть. Общие технические условия.

Примечание - При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочного стандарта по указателю «Национальные стандарты», составленному по состоянию на 1 января текущего года и по соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться замененным (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него применяют в части, не затрагивающей эту ссылку.

### 3 Определения

В настоящем стандарте использованы следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **методика выполнения измерений (МВИ) массы продукта:** Совокупность операций и правил, выполнение которых обеспечивает получение результатов измерений массы продукта с установленной погрешностью (неопределенностью).

\* Применяется до принятия в качестве межгосударственного стандарта.

**3.2 погрешность измерений массы продукта:** Обобщенная погрешность всех результатов измерений массы продукта при точном выполнении всех требований МВИ.

**3.3 мера вместимости:** Средство измерений объема продукта, имеющее свидетельство о поверке и утвержденную градуировочную таблицу

**3.4 мера полной вместимости:** Средство измерений объема продукта, имеющее свидетельство о поверке и оснащенное указателем уровня наполнения (автоцистерны, прицепы - цистерны, полу-прицепы - цистерны).

**3.5 прямой метод динамических измерений массы продукта:** Метод, основанный на прямых измерениях массы продукта с применением массомеров в трубопроводах.

**3.6 прямой метод статических измерений массы продукта:** Метод, основанный на прямых измерениях массы продукта статическим взвешиванием или взвешиванием в железнодорожных или автомобильных цистернах и составах в процессе их движения на весах.

**3.7 косвенный метод динамических измерений массы продукта:** Метод, основанный на измерениях плотности и объема продукта в трубопроводах.

**3.8 косвенный метод статических измерений массы продукта:** Метод, основанный на измерениях плотности и объема продукта в мерах вместимости (мерах полной вместимости).

**3.9 косвенный метод, основанный на гидростатическом принципе:** Метод, основанный на измерениях гидростатического давления и уровня продукта в мерах вместимости.

**3.10 учетная операция:** Операция, проводимая поставщиком и потребителем или сдающей и принимающей сторонами, заключающаяся в определении массы продукта для последующих расчетов, при инвентаризации и арбитраже.

**3.11 стандартные условия:** Условия, соответствующие температуре продукта  $15^{\circ}\text{C}$  или  $20^{\circ}\text{C}$ , и избыточному давлению, равному нулю.

**3.12 товарная нефть (нефть):** Нефть, подготовленная к поставке потребителю в соответствии с требованиями ГОСТ Р 51858.

**3.13 масса брутто товарной нефти:** Масса товарной нефти, показатели качества которой соответствуют требованиям ГОСТ Р 51858.

**3.14 масса балласта:** Общая масса воды, солей и механических примесей в товарной нефти.

**3.15 масса нетто товарной нефти:** Разность массы брутто товарной нефти и массы балласта.

#### 4 Методы измерений, реализуемые в МВИ массы продукта

4.1 Для измерений массы продукта, транспортируемого по трубопроводам, применяют:

- прямой метод динамических измерений;
- косвенный метод динамических измерений.

Для измерений массы продукта в мерах вместимости и мерах полной вместимости применяют:

- прямой метод статических измерений;
- косвенный метод статических измерений;
- косвенный метод, основанный на гидростатическом принципе.

4.2 При прямом методе динамических измерений массу продукта измеряют в трубопроводе с помощью массомера и результат измерений массы получают непосредственно.

4.3 При косвенном методе динамических измерений массу продукта определяют по результатам следующих измерений в трубопроводе:

а) плотности с помощью поточных преобразователей плотности (далее – преобразователь плотности), давления и температуры.

При отключении рабочего и отсутствии резервного преобразователя плотности плотность продукта определяют при помощи ареометра в лаборатории по ГОСТ 3900, ГОСТ 31072 или лабораторного плотномера в объединенной пробе, составленной из точечных проб, отобранных по ГОСТ 2517. Коэффициенты объемного расширения и сжимаемости продукта определяют в соответствии с МИ 2632 [1] или принимают для нефти по МИ 2153 [2];

б) объема продукта с помощью преобразователей расхода, давления и температуры или счетчиков жидкости.

Результаты измерений плотности и объема продукта приводят к стандартным условиям или результат измерений плотности продукта приводят к условиям измерений его объема.

4.4 При прямом методе статических измерений массу продукта определяют по результатам взвешивания на вагонных и автомобильных весах по ГОСТ 29329 или ГОСТ 30414 железнодорожных и автомобильных цистерн с продуктом и без него.

**4.5 При косвенном методе статических измерений** массу продукта определяют по результатам измерений:

а) в мерах вместимости:

- уровня продукта – стационарным уровнемером или другими средствами измерений уровня жидкости;

- плотности продукта - переносным или стационарным средством измерений плотности или ареометром по ГОСТ 3900, ГОСТ 31072 или лабораторным плотномером в объединенной пробе, составленной из точечных проб, отобранных по ГОСТ 2517;

- температуры продукта – термометром в точечных пробах или с помощью переносного или стационарного преобразователя температуры;

- объема продукта – по градуировочной таблице меры вместимости с использованием результата измерений уровня продукта;

б) в мерах полной вместимости:

- плотности продукта - переносным средством измерений плотности или ареометром в лаборатории по ГОСТ 3900, ГОСТ 31072 или лабораторным плотномером в точечной пробе продукта, отобранной по ГОСТ 2517;

- температуры продукта – переносным преобразователем температуры или термометром в точечной пробе продукта, отобранной по ГОСТ 2517;

- объема продукта, принятого равным действительной вместимости меры, значение которой нанесено на маркировочную табличку и указано в свидетельстве о поверке, с учетом изменения уровня продукта относительно указателя уровня.

Результаты измерений плотности и объема продукта приводят к стандартным условиям по температуре 15 °С или 20 °С, или результат измерений плотности продукта приводят к условиям измерений его объема в мерах вместимости и мерах полной вместимости.

Коэффициент объемного расширения продукта определяют в соответствии с МИ 2632 [1] или принимают для нефти по МИ 2153 [2].

**4.6 При косвенном методе, основанном на гидростатическом принципе**, массу продукта в мерах вместимости определяют по результатам измерений:

- гидростатического давления столба продукта – стационарным измерителем гидростатического давления;

- уровня продукта – переносным или другим средством измерений уровня.

4.7 Массу нетто товарной нефти определяют как разность массы брутто товарной нефти и массы балласта. Массу балласта определяют как общую массу воды, солей и механических примесей в товарной нефти. Для этого определяют массовые доли воды, механических примесей и хлористых солей в товарной нефти и рассчитывают их массу.

## 5 Требования к МВИ массы продукта

### 5.1 Погрешности измерений массы продукта

5.1.1 Пределы допускаемой относительной погрешности измерений массы брутто товарной нефти и массы нефтепродукта не должны превышать:

0,40% - при прямом методе статических измерений взвешиванием на весах расцепленных цистерн;

0,50% - при прямом методе статических измерений взвешиванием на весах движущихся нерасцепленных цистерн и составов из них;

0,25% - при прямом и косвенном методах динамических измерений;

0,50% - при косвенном методе статических измерений и косвенном методе измерений, основанном на гидростатическом принципе, массы продукта от 120 т и более;

0,65% - при косвенном методе статических измерений и косвенном методе измерений, основанном на гидростатическом принципе, массы продукта до 120 т.

5.1.2 Пределы допускаемой относительной погрешности измерений массы нетто товарной нефти не должны превышать:

0,50% - при прямом методе статических измерений взвешиванием на весах расцепленных цистерн;

0,60% - при прямом методе статических измерений взвешиванием на весах движущихся не расцепленных цистерн и составов из них;

0,35% - при прямом и косвенном методах динамических измерений;

0,60% - при косвенном методе статических измерений и косвенном методе измерений, основанном на гидростатическом принципе, от 120 т и более;

0,75% - при косвенном методе статических измерений и косвенном методе измерений, основанном на гидростатическом принципе, до 120 т.

## **5.2 Требования к документам на МВИ массы продукта**

5.2.1 В зависимости от сложности и области применения МВИ массы продукта оформляют в виде:

- отдельного нормативного документа (далее - НД) на МВИ массы продукта (стандарта, рекомендации);

- раздела или части документа (стандарта, технических условий, конструкторского или технологического документа и т.п.).

5.2.2 Разработка, стандартизация и введение в действие документов на МВИ массы продукта по ГОСТ 8.010, ГОСТ 1.2, ГОСТ 1.5, Р 50.1.039 [3], МИ 2525 [4], МИ 2561 [5] и настоящему стандарту.

5.2.3 МВИ массы продукта подлежат аттестации по ГОСТ 8.010.

5.2.4 Документы на МВИ массы продукта подлежат метрологической экспертизе по ГОСТ 8.010.

5.2.5 Документы на МВИ массы продукта, предназначенные для применения в сфере обороны и безопасности, подлежат метрологической экспертизе в учреждении национальной обороны и безопасности<sup>1)</sup>.

5.2.6 Алгоритмы и программы обработки результатов измерений, предусмотренные в документе на МВИ массы продукта должны пройти метрологическую аттестацию по МИ 2174 [6] (в сфере обороны и безопасности стран СНГ - в учреждении национальной обороны и безопасности).

5.2.7 В документах МВИ массы продукта допускается использование нормативных документов, разработанных и принятых национальным органом по стандартизации и метрологии, отвечающих требованиям настоящего стандарта.

## **5.3 Оценивание точности измерений массы продукта**

5.3.1 Точность измерений массы оценивают следующими методами:

а) оцениванием характеристик погрешности результата измерений массы продукта, принятым в российских НД в области обеспечения единства измерений;

б) вычислением неопределенности измерений массы продукта по РМГ 43 [7];

в) вычислением правильности и прецизионности по ГОСТ ИСО 5725 -1 ÷ ГОСТ ИСО 5725 -6 для показателей качества продукта, используемых для расчета массы.

5.3.2 Требования к оцениванию характеристик погрешности измерений массы продукта.

5.3.2.1 Характеристики погрешности измерений массы продукта оценивают на основании анализа источников и составляющих погрешности измерений.

5.3.2.2 Для уменьшения систематической составляющей погрешности от влияния температуры, давления и других влияющих величин на результаты измерений вводят поправки.

5.3.2.3 Оценивание погрешности измерений массы продукта при прямых методах измерений величин проводят по ГОСТ 8.207 и МИ 1552 [8].

5.3.2.4 Оценивание погрешности измерений массы продукта при косвенном методе измерений проводят по МИ 2083 [9].

5.3.2.5 Формы представления и способы округления результатов измерений должны соответствовать МИ 1317 [10].

## **5.4 Средства измерений и вспомогательные устройства, выбираемые для МВИ массы продукта**

5.4.1 Средства измерений и вспомогательные устройства (в том числе средства вычислительной техники) выбирают при проектировании измерительной системы массы продукта в зависимости от принятых методов измерений величин, по результатам измерений которых определяют массу продукта, и оптимальных затрат на измерения, включая затраты на метрологическое обслуживание средств измерений, при условии выполнения требований к МВИ, в том числе норм погрешности измерений массы брутто товарной нефти и массы нефтепродукта, указанным в 5.1.1, и массы нетто товарной нефти, указанным в 5.1.2.

5.4.2 Рациональные методы и средства измерений и вспомогательные устройства выбирают в соответствии с МИ 1967 [11].

5.4.3 В документе на МВИ приводят перечень средств измерений и вспомогательных устройств, их обозначения, типы, нормированные метрологические характеристики (класс точности, предел до-



пускаемой погрешности, диапазон измерений и др.) и обозначение НД, регламентирующего технические требования и (или) метрологические и основные технические характеристики этих средств измерений и вспомогательных устройств, а также указывают возможность применения средств измерений и вспомогательных средств, не приведенных в перечне, но удовлетворяющих установленным в МВИ требованиям.

5.4.4 В МВИ массы продукта должны быть указаны средства измерений, типы которых утверждены по ПР 50.2.009 [12] и внесены в Государственный реестр средств измерений.

### 5.5 Квалификация операторов и требования безопасности

5.5.1 К выполнению измерений и обработке их результатов допускают лиц, достигших 18 лет, имеющих квалификацию оператора не ниже 4-го разряда, прошедших курсы обучения, сдавших экзамен по технике безопасности и изучивших инструкции по эксплуатации применяемых средств измерений и вспомогательных устройств и документ на МВИ по 5.2.1.

Лица, привлекаемые к выполнению измерений, должны:

- пройти обучение и инструктаж по технике безопасности в соответствии с ГОСТ 12.0.004;
- соблюдать правила техники безопасности и пожарной безопасности, установленные для объекта, на котором проводят измерения;
- выполнять измерения в специальной одежде и обуви в соответствии с ГОСТ 12.4.137, ГОСТ 27574, ГОСТ 27575;
- периодически контролировать содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны, которое не должно превышать предельно допустимых концентраций, установленных в ГОСТ 12.1.005.

5.5.2 Средства измерений и вспомогательные устройства, применяемые при выполнении измерений, должны быть изготовлены во взрывозащищенном исполнении, соответствующем классу взрывоопасной зоны по ГОСТ 30852.0, соответствовать требованиям ГОСТ 30852.9 и иметь свидетельство о взрывозащищенности и разрешение Госгортехнадзора стран СНГ.

### 5.6 Требования к условиям измерений

5.6.1 В документе на МВИ массы продукта должны быть приведены номинальные значения и (или) диапазоны значений, влияющих на погрешность величин, при этом должно быть установлено:

- число измерений (наблюдений) величин, приведенных в каждой точке измерений, например, число измерений уровня продукта в мерах вместимости;
- время выдержки перед регистрацией показаний средств измерений: уровня и температуры продукта в мерах вместимости, если эти значения не указаны в НД на них и др.

### 5.7 Требования к обработке результатов измерений массы продукта

5.7.1 По МВИ, основанным на косвенном методе динамических измерений, измеряют плотность и объем продукта, и результаты их измерений приводят к стандартным условиям или результаты измерений плотности продукта приводят к условиям измерений его объема.

5.7.1.1 Массу продукта  $m_1^д$ , кг, при измерениях объема продукта, проводимых с помощью преобразователя расхода или счетчика жидкости и его плотности, определяемой с помощью преобразователя плотности, и последующем приведении результатов измерений объема и плотности продукта к стандартным условиям вычисляют по формуле

$$m_1^д = \rho_0^д \cdot V_0^д, \quad (1)$$

где  $\rho_0^д, V_0^д$  – плотность и объем продукта, приведенные к стандартным условиям.

Примечание – Обозначение «д» соответствует термину «динамическое».

Плотность продукта, приведенную к стандартным условиям при температуре 15°C,  $\rho_{15}^д$ , кг/м<sup>3</sup>, вычисляют по формуле

$$\rho_{15}^д = \frac{\rho_{изм}^д}{CTL_{\rho}^д \cdot CPL_{\rho}^д}, \quad (2)$$

где  $\rho_{изм}^д$  – плотность продукта, измеренная при температуре и давлении продукта в преобразователе плотности, кг/м<sup>3</sup>;

$CTL_{\rho}^D$  - поправочный коэффициент, учитывающий влияние температуры на объем продукта, определенный для температуры продукта в преобразователе плотности, вычисляемый по API 2540 [14];

$CPL_{\rho}^D$  - поправочный коэффициент, учитывающий влияние давления на объем продукта, определенный для давления продукта в преобразователе плотности, вычисляемый по API 2540 [14].

Плотность продукта, приведенную к стандартным условиям при температуре 20°C,  $\rho_{20}^D$ , кг/м<sup>3</sup>, вычисляют по формуле

$$\rho_{20}^D = \rho_{15}^D \cdot \exp\left[-\beta_{15}^D \cdot 5 \cdot (1 + 4 \cdot \beta_{15}^D)\right], \quad (3)$$

где  $\beta_{15}^D$  - коэффициент объемного расширения продукта, вычисляемый по МИ 2632 [1].

Объем продукта, приведенный к температуре 15°C,  $V_{15}^D$ , м<sup>3</sup>, вычисляют по формуле

$$V_{15}^D = V_{изм}^D \cdot CTL_{V}^D \cdot CPL_{V}^D, \quad (4)$$

где  $V_{изм}^D$  - объем продукта, измеренный при температуре и давлении продукта в преобразователе расхода или счетчике жидкости, м<sup>3</sup>;

$CTL_{V}^D$  - поправочный коэффициент, учитывающий влияние температуры на объем продукта, определенный для температуры продукта в преобразователе расхода или счетчике жидкости, вычисляемый по API 2540 [14];

$CPL_{V}^D$  - поправочный коэффициент, учитывающий влияние давления на объем продукта, определенный для давления в преобразователе расхода или счетчике жидкости, вычисляемый по API 2540 [14].

Объем продукта  $V_{20}^D$ , м<sup>3</sup>, приведенный к температуре 20°C, вычисляют по формуле

$$V_{20}^D = V_{15}^D \cdot \exp\left[\beta_{15}^D \cdot 5 \cdot (1 + 4 \cdot \beta_{15}^D)\right]. \quad (5)$$

5.7.1.2 Массу продукта  $m_2^D$ , кг, при измерениях объема продукта, проводимых с помощью преобразователя расхода или счетчика жидкости, и его плотности, определяемой с помощью ареометра или лабораторного плотномера в лаборатории в объединенной пробе, и последующем приведении результатов измерений объема и плотности продукта к стандартным условиям вычисляют по формуле

$$m_2^D = V_0^D \cdot \rho_0^D, \quad (6)$$

где  $V_0^D$  - объем продукта, приведенный к стандартным условиям, м<sup>3</sup>;

$\rho_0^D$  - плотность продукта, приведенная к стандартной температуре, кг/м<sup>3</sup>.

Значение  $V_0^D$ , м<sup>3</sup>, определяют по формуле (4) или (5).

Плотность продукта, приведенную к температуре 15°C,  $\rho_{15}^D$ , кг/м<sup>3</sup>, следует вычислять по формуле

$$\rho_{15}^D = \frac{\rho_{изм}^D \cdot K}{CTL_{\rho}^D}, \quad (7)$$

где  $\rho_{изм}^D$  - плотность продукта, измеренная с помощью ареометра в лабораторных условиях (температура  $T_{\rho}$  и избыточное давление, равное нулю), с учетом систематической погрешности метода по МИ 2153 [2] или с помощью лабораторного плотномера, кг/м<sup>3</sup>;

$CTL_{\rho}^D$  - поправочный коэффициент, учитывающий влияние температуры на объем продукта, вычисляемый по API 2540 [14];

К – поправочный коэффициент на температурное расширение стекла для ареометров, вычисляемый по МИ 2153 [2]. В случае измерений плотности с помощью лабораторного плотномера его принимают равным единице.

Плотность продукта, приведенную к температуре 20 °С,  $\rho_{20}^{\text{п}}$ , кг/м<sup>3</sup>, вычисляют по формуле

$$\rho_{20}^{\text{п}} = \rho_{15}^{\text{п}} \cdot \exp\left[-\beta_{15}^{\text{п}} \cdot 5 \cdot (1 + 4 \cdot \beta_{15}^{\text{п}})\right], \quad (8)$$

где  $\beta_{15}^{\text{п}}$  – коэффициент объемного расширения продукта, вычисляемый по МИ 2632 [1].

Допускается плотность продукта, измеренную ареометром, приводить к плотности при стандартной температуре 15 °С или 20 °С по таблицам ASTM D 1250 [15], ИСО 91-1 [16], ИСО 91-2 [17] или МИ 2153 [2] для нефти и по МИ 2842 [18] – для светлых нефтепродуктов.

5.7.1.3 Массу продукта  $m_3^{\text{д}}$ , кг, при измерениях объема продукта, проводимых с помощью преобразователя расхода или счетчика жидкости и его плотности, определяемой с помощью поточного преобразователя плотности, и последующем приведении результатов измерений плотности продукта к условиям измерений его объема допускается вычислять по формуле

$$m_3^{\text{д}} = V_{\text{п.изм}}^{\text{д}} \cdot \rho_{\text{п.изм}}^{\text{д}} \left[ 1 + \beta \left( T_{\rho, \text{п}}^{\text{д}} - T_{\text{в.п}}^{\text{д}} \right) + \gamma \cdot \left( P_{\text{в.п}}^{\text{д}} - P_{\text{с.п}}^{\text{д}} \right) \right], \quad (9)$$

где  $V_{\text{п.изм}}^{\text{д}}$  – объем продукта, измеренный при температуре и давлении продукта в преобразователе расхода или счетчике жидкости, м<sup>3</sup>;

$\rho_{\text{п.изм}}^{\text{д}}$  – плотность продукта, измеренная при температуре и давлении продукта в преобразователе плотности, кг/м<sup>3</sup>;

$\beta$  – коэффициент объемного расширения продукта, значения которого определяют по МИ 2632 [1];

$T_{\rho, \text{п}}^{\text{д}}$  – температура продукта в преобразователе плотности, °С;

$T_{\text{в.п}}^{\text{д}}$  – температура продукта в преобразователе расхода или счетчике жидкости, °С;

$\gamma$  – коэффициент сжимаемости продукта, значения которого определяют по МИ 2623 [1];

$P_{\rho, \text{п}}^{\text{д}}$  – избыточное давление продукта в преобразователе плотности, МПа;

$P_{\text{в.п}}^{\text{д}}$  – избыточное давление продукта в преобразователе расхода или счетчике жидкости, МПа.

5.7.1.4 Массу продукта  $m_4^{\text{д}}$ , кг, при измерениях объема продукта, проводимых с помощью преобразователя расхода или счетчиком жидкости, и плотности, определяемой с помощью ареометра по ГОСТ 3900, ГОСТ Р 51069 в объединенной пробе или с помощью лабораторного плотномера и последующем приведении результатов измерений плотности продукта к условиям измерений его объема допускается вычислять по формуле

$$m_4^{\text{д}} = V_{\text{п.изм}}^{\text{д}} \cdot \rho_{\text{изм}}^{\text{д}} \cdot \left[ 1 + \beta \cdot \left( T_{\text{с}}^{\text{д}} - T_{\text{в.п}}^{\text{д}} \right) + \gamma \cdot P_{\text{н}} \right] \cdot K, \quad (10)$$

где  $\rho_{\text{изм}}^{\text{д}}$  – плотность продукта, измеренная в лаборатории при температуре  $T_{\rho}^{\text{д}}$ , кг/м<sup>3</sup>;

$\beta$  – коэффициент объемного расширения продукта, значения которого для нефти и нефтепродуктов определяют по МИ 2632 [1] или, если плотность нефти измеряют с помощью ареометра, – по МИ 2153 [2];

$\gamma$  – коэффициент сжимаемости продукта, значения которого для нефти и нефтепродуктов определяют по МИ 2632 [1] или, если плотность нефти измеряют с помощью ареометра, – по МИ 2153 [2];

$P_{\text{в}}$  – избыточное давление продукта при измерениях его объема, МПа;

К – поправочный коэффициент на температурное расширение стекла для ареометров, вычисляемый по МИ 2153 [2]. В случае измерений плотности с помощью лабораторного плотномера его принимают равным единице.

5.7.1.5 Формулы (9), (10) применяют при разности температур при измерениях плотности и объема продукта не более 15° С. При разности температур при измерениях плотности и объема продукта более 15°С вычисления проводят по 5.7.1.2.

5.7.2 По МВИ, основанным на косвенном методе статических измерений, измеряют объем и плотность продукта в мерах вместимости или мерах полной вместимости и результаты этих измерений приводят к стандартным условиям или результаты измерений плотности продукта приводят к условиям измерений его объема.

5.7.2.1 Массу продукта  $m_1^c$ , кг, при измерениях объема продукта в мерах вместимости и мерах полной вместимости и плотности продукта с помощью преобразователя плотности или в лаборатории в объединенной или точечной пробе и последующем приведении результатов измерений объема и плотности продукта к стандартному условию по температуре вычисляют по формуле

$$m_1^c = \rho_0^c \cdot V_0^c, \quad (11)$$

где  $\rho_0^c$ ,  $V_0^c$  - плотность и объем продукта, приведенные к стандартному условию по температуре.

Примечание - Обозначение «с» соответствует термину «статическое».

Плотность продукта, приведенную к температуре 15°С,  $\rho_{15}^c$ , кг/м<sup>3</sup>, вычисляют по формуле

$$\rho_{15}^c = \frac{\rho_{\text{ИЗМ}}^c \cdot K}{\text{CTL}_{\rho}^c}, \quad (12)$$

где  $\rho_{\text{ИЗМ}}^c$  - плотность продукта, измеренная с помощью ареометра в лаборатории или с помощью преобразователя плотности, кг/м<sup>3</sup>;

$\text{CTL}_{\rho}^c$  - поправочный коэффициент, учитывающий влияние температуры на объем продукта, определенный для температуры продукта в лаборатории или в преобразователе плотности, вычисляемый по API 2540 [14].;

K - поправочный коэффициент на температурное расширение стекла для ареометров, вычисляемый по МИ 2153 [2]. В случае измерений плотности с помощью преобразователя плотности, его принимают равным единице.

Плотность продукта, приведенную к температуре 20°С,  $\rho_{20}^c$ , кг/м<sup>3</sup>, вычисляют по формуле

$$\rho_{20}^c = \rho_{15}^c \cdot \exp \left[ -\beta_{15}^c \cdot 5 \cdot (1 + 4 \cdot \beta_{15}^c) \right]. \quad (13)$$

Объем продукта, приведенный к температуре 15°С,  $V_{15}^c$ , м<sup>3</sup>, следует вычислять по формуле

$$V_{15}^c = V_{20} \cdot [1 + (2\alpha_{\text{ст}} + \alpha_s) \cdot (T_{\text{ст}} - 20)] \cdot \text{CTL}_V^c, \quad (14)$$

где  $V_{20}$  - объем продукта в мере вместимости на измеряемом уровне Н, определяемый по градуировочной таблице меры вместимости, составленной при температуре 20°С по ГОСТ 8.346, ГОСТ 8.570, ПМГ 65 [19], МИ 1124 [20], РД 50-156 [21], МИ 2579 [22],

МИ 1001 [23], или в мере полной вместимости на уровне продукта, соответствующем указателю уровня в соответствии с ГОСТ Р 8.569 с учетом изменения уровня продукта относительно указателя уровня, м<sup>3</sup>. Данные градуировочных таблиц соответствуют температуре стенки мер вместимости, равной 20°С;

$\alpha_{\text{ст}}$  - температурный коэффициент линейного расширения материала стенки меры вместимости, значение которого принимают равным  $12,5 \cdot 10^{-6}$  1/°С для стали и  $10 \cdot 10^{-6}$  1/°С для бетона;

$\alpha_s$  - температурный коэффициент линейного расширения материала средства измерений уровня продукта (например, измерительной рулетки с грузом, метроштока, уровнемера поплавкового типа и др.). Его значения принимают:

- для нержавеющей стали -  $12,5 \cdot 10^{-6}$  1/°С;

- для алюминия -  $23 \cdot 10^{-6} 1/^\circ\text{C}$ .

В случае необходимости при использовании уровнемеров других типов вводят температурные поправки к измеренному уровню продукта, при этом значение коэффициента  $\alpha_s$  принимают равным нулю.  $T_{\text{CT}}$  - температура стенки меры вместимости, принимаемая равной температуре продукта в мере вместимости  $T_v^c, ^\circ\text{C}$ ;

$\text{CTL}_V^c$  - поправочный коэффициент, учитывающий влияние температуры на объем продукта, определенный для температуры продукта в мере вместимости или в мере полной вместимости, вычисляемый по API 2540 [14].

Объем продукта, приведенный к температуре  $20^\circ\text{C}$ ,  $V_{20}^c, \text{м}^3$ , вычисляют по формуле

$$V_{20}^c = V_{15}^c \cdot \exp\left[\beta_{15}^c \cdot 5 \cdot (1 + 4 \cdot \beta_{15}^c)\right] \quad (15)$$

5.7.2.2 Плотность и объем продукта при проведении учетных операций могут быть приведены к плотности и объему при стандартной температуре  $15^\circ\text{C}$  или  $20^\circ\text{C}$  по ГОСТ Р 8.610, ASTM 1250 [15], ИСО 91-1[16], ИСО 91-2[17] или МИ 2153 [2], МИ 2741

[25], МИ 2880 [26] для нефти и по МИ 2842 [18] - для светлых нефтепродуктов.

5.7.2.3 При проведении учетных операций плотность нефти при стандартной температуре  $20^\circ\text{C}$  допускается приводить к плотности нефти при стандартной температуре

$15^\circ\text{C}$ , и наоборот, по ГОСТ Р 8.599.

5.7.2.4 Массу продукта  $m_{\text{Л}}^c, \text{кг}$ , при приведении плотности продукта, измеренной в лаборатории, к условиям измерений объема продукта в мере вместимости или мере полной вместимости допускается вычислять по формуле

$$m_{\text{Л}}^c = V_{20} \cdot \rho_{\text{ИЗМ}}^{\text{Л}} \cdot [1 + (2\alpha_{\text{CT}} + \alpha_s) \cdot (T_{\text{CT}} - 20)] \cdot [1 + \beta \cdot (T_{\rho}^{\text{Л}} - T_{\text{CT}})] \cdot K, \quad (16)$$

где  $\rho_{\text{ИЗМ}}^{\text{Л}}$  - плотность продукта, измеренная в лаборатории при температуре  $T_{\rho}^{\text{Л}}, \text{кг/м}^3$ ;

$\beta$  - коэффициент объемного расширения продукта, значения которого для нефти и нефтепродуктов определяют по МИ 2632 [1] или для нефти - по МИ 2153 [2].

5.7.2.5 Формула (16) может быть применена при разности температур  $T_{\rho}^{\text{Л}}$  и  $T_{\text{CT}}$  не более  $15^\circ\text{C}$ .

5.7.3 По МВИ, основанным на косвенном методе с применением гидростатического принципа, массу продукта  $m_2^c, \text{кг}$ , при измерениях гидростатического давления столба продукта в мерах вместимости вычисляют по формуле

$$m_2^c = \frac{1}{g} \cdot P \cdot S_{\text{CP}}, \quad (17)$$

где  $P$  - гидростатическое давление столба продукта, Па;

$S_{\text{CP}}$  - средняя площадь поперечного сечения наполненной части меры вместимости,  $\text{м}^2$ ;

$g$  - ускорение силы тяжести,  $\text{м/с}^2$ .

5.7.3.1 Среднюю площадь  $S_{\text{CP}}, \text{м}^2$ , вычисляют по формуле

$$S_{\text{CP}} = \frac{V_{20} \cdot [1 + 2\alpha_{\text{CT}} \cdot (T_{\text{CT}} - 20)]}{H}, \quad (18)$$

где  $V_{20}$  - объем продукта в мере вместимости на измеряемом уровне  $H$ , определяемый по градуировочной таблице меры вместимости,  $\text{м}^3$ ;

$\alpha_{\text{CT}}$  - температурный коэффициент линейного расширения стенки меры вместимости, значение которого принимают равным  $12,5 \cdot 10^{-6} 1/^\circ\text{C}$ ;

$T_{CT}$  - температура стенки меры вместимости, принимаемая равной температуре продукта в мере вместимости, °С.

5.7.4 Массу продукта  $m_0$ , кг, принятого в меру вместимости или отпущенного из нее, определяют как абсолютное значение разности масс продукта по формуле

$$m_0 = |m_i - m_{i+1}|, \quad (19)$$

где  $m_i, m_{i+1}$  - массы продукта, вычисленные по формуле (11) или (16) в начале и конце операции соответственно.

5.7.5 Массу нетто товарной нефти  $m_H$ , кг, вычисляют по формуле:

$$m_H = m - m_{\bar{6}}, \quad (20)$$

где  $m$  - масса брутто товарной нефти, измеренная одним из методов по разделу 4, кг;

$m_{\bar{6}}$  - масса балласта, кг, вычисляют по формуле

$$m_{\bar{6}} = m \cdot \frac{W_{MB} + W_{XC} + W_{MP}}{100}, \quad (21)$$

где  $W_{MB}$  - массовая доля воды в товарной нефти, %;

$W_{XC}$  - массовая доля хлористых солей в товарной нефти, %;

$W_{MP}$  - массовая доля механических примесей в товарной нефти, %.

5.7.5.1 Массовую долю воды в товарной нефти определяют по ГОСТ 2477. Массовую долю воды в товарной нефти допускается измерять с помощью поточного влагомера.

5.7.5.2 Массовую долю хлористых солей в товарной нефти определяют по ГОСТ 21534. Массовую долю хлористых солей в товарной нефти допускается измерять с помощью поточного солемера.

5.7.5.3 Массовую долю механических примесей в товарной нефти определяют по ГОСТ 6370. Массовую долю механических примесей в товарной нефти допускается измерять с помощью поточного анализатора.

## 5.8 Форма представления результатов оценивания погрешности измерений массы продукта

5.8.1 При прямом методе динамических измерений погрешностью следует считать погрешность измерений массы продукта с помощью массомера.

5.8.2 При прямом методе статических измерений погрешностью следует принимать погрешность измерений массы продукта с помощью весов. Оценивание погрешности измерений массы продукта с применением весов проводят по МИ 1953 [24].

5.8.3 Пределы допускаемой относительной погрешности измерений массы продукта при косвенном методе динамических измерений  $\delta m^d$ , %, вычисляют по формуле

$$\delta m^d = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\delta V^2 + G^2 (\delta \rho^2 + \beta^2 \cdot 10^4 \cdot \Delta T_\rho^2) + \beta^2 \cdot 10^4 \cdot \Delta T_V^2 + \delta N^2}, \quad (22)$$

где  $\delta V$  - относительная погрешность измерений объема продукта, %. За  $\delta V$  принимают относительную погрешность средства измерений объема продукта, если сумма остальных составляющих погрешности измерений объема продукта является несущественной в соответствии с ГОСТ 8.009;

$\delta \rho$  - относительная погрешность измерений плотности продукта, %;

$\Delta T_\rho, \Delta T_V$  - абсолютные погрешности измерений температуры продукта при измерениях его плотности и объема соответственно, °С;

$\beta$  - коэффициент объемного расширения продукта,  $1/^\circ\text{C}$  (приложение А);

$\delta N$  - предел допускаемой относительной погрешности устройства обработки информации или измерительно-вычислительного комплекса (из сертификата об утверждении типа или свидетельства о поверке), %;

$G$  - коэффициент, вычисляемый по формуле

$$G = \frac{1 + 2 \cdot \beta \cdot T_v}{1 + 2 \cdot \beta \cdot T_\rho}; \quad (23)$$

где  $T_v, T_\rho$  – температуры продукта при измерении его объема и плотности, °С.

5.8.4 Пределы допускаемой относительной погрешности измерений массы продукта при косвенном методе динамических измерений и последующем приведении плотности продукта к условиям измерений его объема по 5.7.1.3 или 5.7.1.4  $\delta m_{\Pi}^{\Delta}$ , %, вычисляют по формуле

$$\delta m_{\Pi}^{\Delta} = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\delta V_{\Pi}^2 + \delta \rho_{\Pi}^2 + \delta T_{v\rho}^2 + \delta N^2}, \quad (24)$$

где  $\delta V_{\Pi}$  – относительная погрешность измерений объема продукта, %;

$\delta \rho_{\Pi}$  – относительная погрешность измерений плотности продукта, %;

$\delta T_{v\rho}$  – составляющая относительной погрешности измерений массы продукта за счет абсолютных погрешностей измерений температур  $T_{v,\Pi}^{\Delta}, T_{\rho,\Pi}^{\Delta}$ , %.

Величину  $\delta T_{v\rho}$ , %, вычисляют по формуле

$$\delta T_{v\rho} = \pm \left[ \frac{\beta \cdot 100}{1 + \beta \cdot (T_{\rho,\Pi}^{\Delta} - T_{v,\Pi}^{\Delta})} \right] \cdot \sqrt{\Delta T_{\rho}^2 + \Delta T_v^2}, \quad (25)$$

где  $\Delta T_{\rho}, \Delta T_v$  – абсолютные погрешности измерений температур  $T_{v,\Pi}^{\Delta}, T_{\rho,\Pi}^{\Delta}$ , °С.

5.8.5 Пределы допускаемой относительной погрешности измерений массы продукта при косвенном методе статических измерений  $\delta m_1^{\zeta}$ , %, вычисляют по формулам:

а) для мер вместимости

$$\delta m_{11}^{\zeta} = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\delta K^2 + (K_{\phi} \cdot \delta H)^2 + G^2 (\delta \rho^2 + \beta^2 \cdot 10^4 \cdot \Delta T_{\rho}^2) + \beta^2 \cdot 10^4 \cdot \Delta T_v^2 + \delta N^2}, \quad (26)$$

б) для мер полной вместимости

$$\delta m_{12}^{\zeta} = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\delta V_T^2 + G^2 (\delta \rho^2 + \beta^2 \cdot 10^4 \cdot \Delta T_{\rho}^2) + \beta^2 \cdot 10^4 \cdot \Delta T_v^2 + \delta N^2}, \quad (27)$$

где  $\delta V_T$  – относительная погрешность полной меры вместимости, %;

$\delta K, \delta H$  – относительные погрешности составления градуировочной таблицы и измерений уровня продукта соответственно, %;

$G$  – коэффициент, вычисляемый по формуле (23);

$K_{\phi}$  – коэффициент, учитывающий геометрическую форму меры вместимости, вычисляемый по формуле

$$K_{\phi} = \frac{\Delta V_{20} \cdot H}{V_{20}}, \quad (28)$$

где  $H$  – уровень наполнения, мм;

$\Delta V_{20}$  – объем продукта, приходящийся на 1 мм высоты наполнения меры вместимости на измеряемом уровне наполнения, м<sup>3</sup>/мм;

$V_{20}$  – объем продукта в мере вместимости на измеряемом уровне наполнения.

Значения величин  $\Delta V_{20}, V_{20}$  определяют по градуировочной таблице меры вместимости при измеряемом уровне наполнения.

Значение  $K_{\phi}$  для вертикальных цилиндрических резервуаров, танков наливных судов прямоугольной и цилиндрической форм принимают равным единице.

5.8.6 Пределы допускаемой относительной погрешности измерений массы продукта при косвенном методе, основанном на гидростатическом принципе,  $\delta m_2^c$ , %, вычисляют по формуле

$$\delta m_2^c = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\delta P^2 + \delta K^2 + (K_{\phi} - 1)^2 \cdot \delta H^2 + \delta N^2}, \quad (29)$$

где  $\delta P$ ,  $\delta H$  - относительные погрешности измерений гидростатического давления и уровня продукта, %;

$\delta K$  - относительная погрешность составления градуировочной таблицы меры вместимости, %.

5.8.7 Пределы допускаемой относительной погрешности измерений массы продукта при проведении учетных операций  $\delta m_0^c$ , %, вычисляют по формулам:

а) для косвенного метода статических измерений

$$\delta m_{01}^c = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\frac{m_i^2}{m_0^2} \cdot (A_i^2 + B_i^2) + \frac{m_{i+1}^2}{m_0^2} \cdot (A_{i+1}^2 + B_{i+1}^2) + \delta N^2}, \quad (30)$$

где  $A_i = \sqrt{\delta K_i^2 + (K_{\phi i} \cdot \delta H_i)^2 + (G_i \cdot \delta \rho_i)^2}$ ;

$B_i = \sqrt{(G_i \cdot \beta_i \cdot 10^2 \cdot \Delta T_{\rho i})^2 + (\beta_i \cdot 10^2 \cdot \Delta T_{v i})^2}$ ;

$A_{i+1} = \sqrt{\delta K_{i+1}^2 + (K_{\phi i+1} \cdot \delta H_{i+1})^2 + (G_{i+1} \cdot \delta \rho_{i+1})^2}$ ;

$B_{i+1} = \sqrt{(G_{i+1} \cdot \beta_{i+1} \cdot 10^2 \cdot \Delta T_{\rho i+1})^2 + (\beta_{i+1} \cdot 10^2 \cdot \Delta T_{v i+1})^2}$ ,

где  $\delta K_i, \delta K_{i+1}$  - относительные погрешности составления градуировочной таблицы при измеряемых уровнях наполнения меры вместимости  $H_i, H_{i+1}$  соответственно, %;

$K_{\phi i}, K_{\phi i+1}$  - коэффициенты, учитывающие геометрическую форму меры вместимости при измеряемых уровнях наполнения меры вместимости  $H_i, H_{i+1}$  соответственно;

$\Delta T_{\rho}, \Delta T_v$  - абсолютные погрешности измерений температур продукта  $T_{\rho}, T_v$  соответственно, °С;

б) для косвенного метода, основанного на гидростатическом принципе

$$\delta m_{02}^c = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\frac{m_i^2}{m_0^2} \cdot C_i^2 + \frac{m_{i+1}^2}{m_0^2} \cdot C_{i+1}^2 + \delta N^2}, \quad (31)$$

где  $C_i = \sqrt{\delta P_i^2 + \delta K_i^2 + (K_{\phi i} - 1)^2 \cdot \delta H_i^2}$ ;

$C_{i+1} = \sqrt{\delta P_{i+1}^2 + \delta K_{i+1}^2 + (K_{\phi i+1} - 1)^2 \cdot \delta H_{i+1}^2}$ ,

где  $\delta P_i, \delta P_{i+1}$  - относительные погрешности измерений гидростатического давления, соответствующие измеряемым уровням наполнения меры вместимости  $H_i, H_{i+1}$ , %.

5.8.8 Относительные погрешности измерений величин, входящих в формулы (22), (24), (26), (27)-(31), определяют с учетом инструментальной, методической и других составляющих погрешности измерений массы продукта.

5.8.9 Значения пределов допускаемой относительной погрешности измерений массы продукта, определяемые по формуле (22) или по формулам (24), (26), (27), (29)-(31), не должны превышать значений, установленных в 5.1.

5.8.10 Пределы относительной погрешности измерений массы нетто товарной нефти вычисляют



по формуле

$$\delta M_H = \pm 1,1 \sqrt{(\delta m^*)^2 + \frac{\Delta W_{MB}^2 + \Delta W_{МП}^2 + \Delta W_{XC}^2}{\left(1 - \frac{W_{MB} + W_{МП} + W_{XC}}{100}\right)^2}}, \quad (32)$$

- где  $\Delta W_{MB}$  - абсолютная погрешность измерений массовой доли воды в товарной нефти, %;
- $\Delta W_{МП}$  - абсолютная погрешность измерений массовой доли механических примесей в товарной нефти, %;
- $\Delta W_{XC}$  - абсолютная погрешность измерений массовой доли хлористых солей в товарной нефти, %.

Величину  $\delta m^*$  при применении косвенных методов измерений массы продукта вычисляют по формуле

$$\delta m^* = \frac{\delta m}{1,1}, \quad (33)$$

- где  $\delta m$  - предел допускаемой относительной погрешности измерений массы брутто нефти или массы нефтепродукта косвенными методами, %.

При применении прямых методов измерений массы продукта значение  $\delta m^*$  принимают равным относительной погрешности измерений массы продукта с помощью массомера или весов.

Абсолютные погрешности измерений массовых долей воды, механических примесей и хлористых солей в товарной нефти определяют по результатам оценки промежуточных показателей прецизионности и правильности стандартных методов измерений в каждой лаборатории, проводящей анализы при учетных операциях, в соответствии с ГОСТ ИСО 5725-1 - ГОСТ ИСО 5725-6 .

Допускается до оценки промежуточных показателей прецизионности и правильности стандартных методов измерений в каждой лаборатории определять погрешности измерений в соответствии с ГОСТ Р 8.580.

## Приложение А

(справочное)

Коэффициенты объемного расширения продукта  $\beta$ 

Таблица А.1

$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	$\beta$ , 1/°С	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	$\beta$ , 1/°С
690,0-699,9	0,00130	850,0-859,9	0,00081
700,0-709,9	0,00126	860,0-869,9	0,00079
710,0-719,9	0,00123	870,0-879,9	0,00076
720,0-729,9	0,00119	880,0-889,9	0,00074
730,0-739,9	0,00116	890,0-899,9	0,00072
740,0-749,9	0,00113	900,0-909,9	0,00070
750,0-759,9	0,00109	910,0-919,9	0,00067
760,0-769,9	0,00106	920,0-929,9	0,00065
770,0-779,9	0,00103	930,0-939,9	0,00063
780,0-789,9	0,00100	940,0-949,9	0,00061
790,0-799,9	0,00097	950,0-959,9	0,00059
800,0-809,9	0,00094	960,0-969,9	0,00057
810,0-819,9	0,00092	970,0-979,9	0,00055
820,0-829,9	0,00089	980,0-989,9	0,00053
830,0-839,9	0,00086	990,0-999,9	0,00052
840,0-849,9	0,00084	-	-

П р и м е ч а н и е – Значения приведенные в таблице, используют только для расчета относительных погрешностей МВИ массы продукта по формулам (22), (24), (26), (27), (30), (31).

## Библиография

- [1] МИ 2632-2001 Государственная система обеспечения единства измерений. Плотность нефти и нефтепродуктов и коэффициенты объемного расширения и сжимаемости. Методы и программа расчета. Казань: ВНИИР, 2001
- [2] МИ 2153 - 2004 Государственная система обеспечения единства измерений. Плотность нефти. Требования к методикам выполнения измерений ареометром при учетных операциях. Казань: ВНИИР, 2004
- [3] Р 50.1.039-2002 Разработка, обновление и отмена правил и рекомендаций по стандартизации, метрологии, сертификации, аккредитации и каталогизации. М.: ИПК Изд-во стандартов, 2002
- [4] МИ 2525-99 Государственная система обеспечения единства измерений. Рекомендации по метрологии государственных научных метрологических центров Госстандарта России. Порядок разработки. М.: ВНИИМС, 1999
- [5] МИ 2561-99 Государственная система обеспечения единства измерений. Порядок разработки перечней организаций, которым должны быть разосланы на отзыв проекты нормативных документов ГСИ. М.: ВНИИМС, 1999
- [6] МИ 2174-91 Государственная система обеспечения единства измерений. Аттестация алгоритмов и программ обработки данных при измерениях. Основные положения. Л.: ВНИИМ, 1991
- [7] РМГ 43-2001 ГСИ. Применение «Руководства по выражению неопределенности измерений». М.:ИПК Изд-во стандартов, 2001
- [8] МИ 1552-86 Государственная система обеспечения единства измерений. Измерения прямые однократные. Оценивание погрешностей результатов измерений. Л.: ВНИИМ, 1991
- [9] МИ 2083-90 Государственная система обеспечения единства измерений. Измерения косвенные. Определение результатов измерений и оценивание их погрешностей. Л.: ВНИИМ, 1990
- [10] МИ 1317-86 Государственная система обеспечения единства измерений. Результаты и характеристики погрешности измерений. Формы представления. Способы использования при испытаниях образцов продукции и контроле их параметров. М.: ВНИИМС, 1986
- [11] МИ 1967-89 Государственная система обеспечения единства измерений. Выбор методов и средств измерений при разработке методик выполнения измерений. Общие положения. М.: ВНИИМС, 1989
- [12] ПР 50.2.009-94 Государственная система обеспечения единства измерений. Порядок проведения испытаний и утверждения типа средств измерений с Изменением № 1. М.: ВНИИМС, 1994
- [13] Правила сертификации электрооборудования для взрывоопасных сред
- [14] API 2540 Руководство по нефтяным измерительным стандартам (таблица 54А, Главы с 11.1.54.1 по 11.1.54.3, том X, первая редакция, август 1980; Глава 11, Раздел 2.1 М. Коэффициенты сжимаемости для углеводородов, август 1984 г.)
- [15] ASTM D 1250-80 Стандартное руководство по применению таблиц измерения параметров нефти и нефтепродуктов
- [16] ИСО 91/1-92 Нефть и нефтепродукты. Таблицы параметров при температуре 15 °С
- [17] ИСО 91/2-91 Нефть и нефтепродукты. Таблицы параметров при температуре 20 °С
- [18] МИ 2842-2003 Государственная система обеспечения единства измерений. Плотность светлых нефтепродуктов. Таблицы пересчета плотности к 15 и 20 °С и к условиям измерений объема. Казань: ВНИИР, 2003

- [19] ПМГ 65-2003 Государственная система обеспечения единства измерений. Цистерны железнодорожные. Общие требования к методикам поверки объемным методом. М.: ИПК Изд-во стандартов
- [20] МИ 1124-86 Государственная система обеспечения единства измерений. Вместимость стальных вертикальных цилиндрических резервуаров с теплоизоляцией. Методика выполнения измерений геометрическим методом. Казань: ВНИИР, 1986
- [21] РД 50-156-79 Определение вместимости и градуировка железобетонных цилиндрических резервуаров со сборной стенкой вместимостью до 30000 м<sup>3</sup> геометрическим методом. М.: Изд-во стандартов, 1979
- [22] МИ 2579-2000 Государственная система обеспечения единства измерений. Резервуары (танки) речных и морских наливных судов. Методика поверки объемным методом. Казань: ВНИИР, 2000
- [23] МИ 1001-99 Государственная система обеспечения единства измерений. Определение поправочного коэффициента на полную вместимость нефтеналивных танков судов при измерении объема нефти. Методика расчета. Казань: ВНИИР, 1999
- [24] МИ 1953-88 Государственная система обеспечения единства измерений. Масса народнохозяйственных грузов при бестарных перевозках. Методика выполнения измерений. Казань: ВНИИР, 1988
- [25] МИ 2741 – 2002 Государственная система обеспечения единства измерений. Объем нефти и нефтепродуктов. Таблицы коэффициентов пересчета объема к температуре 20 °С.
- [26] 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.

УДК 53.089.6: 621.642.2/3.001.4: 531.73: 006.354

МКС 17.020

T86.2

**Ключевые слова:** масса, масса брутто товарной нефти, масса балласта, масса нетто товарной нефти, продукт, методика выполнения измерений, объем, вместимость, резервуар, цистерна, уровнемер, счетчик, погрешность, уровень, градуировка, поверка, температура, плотность, давление, сжимаемость.

---