ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Государственная система обеспечения единства измерений

МАССА НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ

Общие требования к методикам выполнения измерений

Издание официальное

ГОССТАНДАРТ РОССИИ
Москва

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Государственным научным метрологическим центром — Всероссийским научно-исследовательским институтом расходометрии (ГНМЦ — ВНИИР), Минэнерго России, МАО «Нефтеавтоматика», Уфимским инженерно-метрологическим центром АО «Нефтеавтоматика» (УИМЦ АО «Нефтеавтоматика), Институтом проблем транспорта энергоресурсов (ИПТЭР), Всероссийским научно-исследовательским институтом по переработке нефти (ВНИИПН), Открытым акционерным обществом «Нефтяная компания ЛУКОЙЛ», ЗАО «Компания Паркойл», ОАО АК «Транснефтепродукт», ОАО АК «Транснефть», ОАО «Татнефть», АО МН «Дружба»

ВНЕСЕН Управлением метрологии Госстандарта России и Минэнерго России

2 ПРИНЯТ И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Госстандарта России от 30 сентября 2002 г. № 356-ст

3 Настоящий стандарт разработан с учетом требований ИСО 91-1—92, ИСО 91-2—91, ASTM D 1250—80, API 2540

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

5 ИЗДАНИЕ (май 2004 г.) с Изменением № 1, утвержденным в марте 2004 г. (ИУС 7—2004)

© ИПК Издательство стандартов, 2002
© ИПК Издательство стандартов, 2004

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Госстандарта России

Содержание

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 4
5.3 Оценивание погрешности измерений массы продукта 4
5.4 Средства измерений и вспомогательные устройства, выбираемые в МВИ массы продукта . . 5
5.5 Квалификация операторов и требования безопасности 5
5.6 Требования к условиям измерений 6
5.7 Требования к обработке результатов измерений массы продукта 6
5.8 Форма представления результатов оценивания погрешности измерений массы продукта . . . 10
Приложение А Коэффициенты объемного расширения продукта β 13
Приложение Б Библиография 14

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Государственная система обеспечения единства измерений

МАССА НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ

Общие требования к методикам выполнения измерений

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

Дата введения 2003—06—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на методики выполнения измерений (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.

Стандарт в развитие ГОСТ Р 8.563 устанавливает основные требования к МВИ массы продукта, обусловленные особенностями измерений массы продукта.

Стандарт должен являться основой для разработки МВИ массы продукта, транспортируемого по трубопроводам, в мерах вместимости и мерах полной вместимости.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие стандарты:

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

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 стандартов безопасности труда. Организация обучения безопасности труда. Общие положения

ГОСТ 12.1.005—88 Система стандартов 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 2517—85 Нефть и нефтепродукты. Методы отбора проб

ГОСТ 3900—85 Нефть и нефтепродукты. Методы определения плотности

ГОСТ 27574—87 Костюмы женские для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий. Технические условия

ГОСТ 27575—87 Костюмы мужские для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий. Технические условия

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

Издание официальное

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

ГОСТ Р 1.2—92 Государственная система стандартизации Российской Федерации. Порядок разработки государственных стандартов

ГОСТ Р 1.5—2002 Государственная система стандартизации Российской Федерации. Стандарты. Общие требования к построению, изложению, оформлению, содержанию и обозначению

ГОСТ Р 1.11—99 Государственная система стандартизации Российской Федерации. Метрологическая экспертиза проектов государственных стандартов

ГОСТ Р 1.12—99 Государственная система стандартизации Российской Федерации. Стандартизация и смежные виды деятельности. Термины и определения

ГОСТ Р 8.563—96 Государственная система обеспечения единства измерений. Методики выполнения измерений

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

ГОСТ Р ИСО 5725-1—2002 Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 1. Основные положения и определения

ГОСТ Р ИСО 5725-2—2002 Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 2. Основной метод определения повторяемости и воспроизводимости стандартного метода измерений

ГОСТ Р ИСО 5725-3—2002 Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 3. Промежуточные показатели прецизионности стандартного метода измерений

ГОСТ Р ИСО 5725-4—2002 Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 4. Основные методы определения правильности стандартного метода измерений

ГОСТ Р ИСО 5725-5—2002 Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 5. Альтернативные методы определения прецизионности стандартного метода измерений

ГОСТ Р ИСО 5725-6—2002 Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 6. Использование значений точности на практике

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

ГОСТ Р 51330.0—99 (МЭК 60079-0—98) Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 0. Общие требования

Разделы 1, 2 **(Измененная редакция, Изм. № 1).**

3 Определения

В настоящем стандарте использованы следующие термины и соответствующие им определения:

3.1 **методика выполнения измерений (МВИ) массы продукта:** Совокупность операций и правил, выполнение которых обеспечивает получение результатов измерений массы продукта с установленной погрешностью (неопределенностью) по ГОСТ Р 8.563.

(Измененная редакция, Изм № 1).

3.2 **погрешность измерений массы продукта:** Обобщенная погрешность всех результатов измерений, получаемых с применением МВИ массы продукта, при условиях данной методики.

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, полуприцепы-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 движении железнодорожных или автомобильных цистерн и составов из них на весах.

(Измененная редакция, Изм. № 1).

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, а также при инвентаризации и арбитраже.

3.11 **стандартные условия:** Условия, соответствующие температуре 15 °С или 20 °С и избыточному давлению, равному нулю.

(Измененная редакция, Изм. № 1).

4 Методы измерений, реализуемые в МВИ массы продукта

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

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

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

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

(Измененная редакция, Изм. № 1).

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

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

а) плотности с помощью поточных преобразователей плотности, давления и температуры.

При отключении рабочего и отсутствии резервного поточного преобразователя плотности (далее — преобразователь плотности) плотность продукта определяют ареометром в лаборатории по ГОСТ 3900, ГОСТ Р 51069 в объединенной пробе, составленной из точечных проб, отобранных по ГОСТ 2517, или по лабораторному плотномеру. Коэффициенты объемного расширения и сжимаемости продукта определяют в соответствии с [23] или принимают для нефти по [1];

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 железнодорожных и автомобильных весах железнодорожных и автомобильных цистерн с продуктом и без него в соответствии с ГОСТ 30414, ГОСТ 29329.

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 Р 51069 в объединенной пробе, составленной из точечных проб, отобранных по ГОСТ 2517, или лабораторным плотномером, или с применением преобразователя плотности;
- 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;

б) в мерах полной вместимости:

- плотности продукта — переносным средством измерений плотности или ареометром в лаборатории по ГОСТ 3900, ГОСТ Р 51069 в точечной пробе продукта, отобранной по ГОСТ 2517, или лабораторным плотномером, или с применением преобразователя плотности;

- 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 по ГОСТ Р 8.569, 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 [23] или принимают для нефти по [1].

4.3—4.5 **(Измененная редакция, Изм. № 1).**

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.

5 Требования к МВИ массы продукта

5.1 Погрешности измерений массы продукта

5.1.1 Пределы допускаемой относительной погрешности измерений массы продукта 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 в движении 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 100 т и выше;

0,65 % — при косвенном методе статических измерений и косвенном методе измерений, основанном на гидростатическом принципе, массы продукта до 100 т.

(Измененная редакция, Изм. № 1).

5.2 Требования к документам на МВИ массы продукта

5.2.1 В зависимости от сложности и области применения МВИ массы продукта приводят:

- в отдельном нормативном документе (НД) на МВИ массы продукта (стандарте, рекомендации);

- в разделе 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 Р 8.563, ГОСТ Р 1.2, ГОСТ Р 1.5, ГОСТ Р 1.12, [3а], [3], [4] и настоящему стандарту.

5.2.3 МВИ массы продукта подлежат аттестации в соответствии с [5].

(Измененная редакция, Изм. № 1).

5.2.4 Документы на МВИ массы продукта подлежат метрологической экспертизе в государственном научном метрологическом центре Госстандарта России по специализации в соответствии с ГОСТ Р 8.563 и ГОСТ Р 1.11.

5.2.5 Документы на МВИ массы продукта, предназначенные для применения в сфере обороны и безопасности Российской Федерации, подлежат метрологической экспертизе в 32 ГНИИИ МО РФ.

5.2.6 Алгоритмы и программы обработки результатов измерений, предусмотренные в документе на МВИ массы продукта, подлежат метрологической аттестации [6] в ГНМЦ по специализации (в сфере обороны и безопасности Российской Федерации — в 32 ГНИИИ МО РФ).

(Измененная редакция, Изм. № 1).

5.2.7 МВИ массы продукта, аттестованные и (или) регламентированные документами (в том числе государственными стандартами), подлежат обязательной регистрации в Федеральном реестре [7].

5.3 Оценивание погрешности измерений массы продукта

5.3.1 Для оценивания погрешности измерений массы используют следующие методы:

а) оценивание характеристик погрешности результата измерений массы продукта, принятое в отечественных НД в области обеспечения единства измерений;

б) вычисление неопределенности измерений массы продукта [8].

в) вычисление правильности и прецизионности при необходимости в соответствии с ГОСТ Р ИСО 5725-1 — ГОСТ Р ИСО 5725-6.

(Измененная редакция, Изм. № 1).

5.3.2 Требования к оцениванию характеристик погрешности измерений массы продукта

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

5.3.2.2 **(Исключен, Изм. № 1).**

5.3.2.3 Для учета влияния источников погрешностей (измерений температуры, давления и др.) на погрешность результата измерений вводят поправки.

5.3.2.4 Оценивание погрешности измерений массы продукта при прямых методах измерений величин проводят по ГОСТ 8.207 и [9].

5.3.2.5 Оценивание погрешности измерений массы продукта при косвенном методе измерений проводят по [10].

5.3.2.6 Формы представления результатов измерений должны соответствовать требованиям [11].

5.3.3 При определении массы продукта, предназначенного для экспорта, погрешность измерений массы продукта оценивают методом вычисления точности (правильности) и прецизионности в соответствии с ГОСТ Р ИСО 5721-1 — ГОСТ Р ИСО 5725-6 или неопределенности измерений [8].

Примечание — Допускается оценивать погрешность измерений массы продукта методом оценивания характеристик погрешности результата ее измерений.

(Измененная редакция, Изм. № 1).

5.3.4 Погрешность измерений массы продукта, предназначенного для проведения учетных операций в Российской Федерации, оценивают в соответствии с 5.3.2, допускается оценивать в соответствии с 5.3.3.

5.4 Средства измерений и вспомогательные устройства, выбираемые в МВИ массы продукта

5.4.1 Средства измерений и вспомогательные устройства (в том числе средства вычислительной техники) выбирают в зависимости от принятых методов измерений величин, по результатам измерений которых определяют массу продукта, и минимальных затрат на измерения, включая затраты на метрологическое обслуживание средств измерений, при условии выполнения требований к МВИ, в том числе норм погрешности измерений массы продукта, указанным в 5.1.

5.4.2 Рациональные методы и средства измерений и вспомогательные устройства выбирают в соответствии с [12].

5.4.3 В документе на МВИ указывают перечень средств измерений и вспомогательных устройств, их обозначения, типы, нормированные метрологические характеристики (класс точности, предел допускаемой 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 [13] и внесены в Государственный реестр средств измерений Госстандарта России.

5.5 Квалификация операторов и требования безопасности

5.5.1 Лица, привлекаемые к выполнению измерений, должны:

- проходить 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, соответствовать требова-

ниям ГОСТ Р 51330.0 и иметь сертификат соответствия требованиям промышленной безопасности в соответствии с [24].

(Измененная редакция, Изм. № 1).

5.6 Требования к условиям измерений

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

- число измерений (наблюдений) величин в каждой измеряемой точке, например число измерений уровня продукта в мерах вместимости;
- время выдержки перед регистрацией показаний средств измерений: уровня, температуры в мерах вместимости, если их значения не предусмотрены в нормативных документах на них, и др.

(Измененная редакция, Изм. № 1).

5.7 Требования к обработке результатов измерений массы продукта

5.7.1 По методикам, 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 с помощью преобразователя расхода или счетчика жидкости и его плотности с помощью поточного преобразователя плотности и приведении результатов измерений объема и плотности продукта к стандартным условиям вычисляют по формуле

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

где $\rho_0^д$, $V_0^д$ — плотность и объем продукта, приведенные к стандартным условиям (обозначение «д» соответствует термину «динамическое»).

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

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

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

$CTL_\rho^д$ — поправочный коэффициент, учитывающий влияние температуры на объем продукта, определенный для температуры продукта в преобразователе плотности, вычисляемый по [14];

$CPL_\rho^д$ — поправочный коэффициент, учитывающий влияние давления на объем продукта, определенный для давления продукта в преобразователе плотности или счетчике жидкости, вычисляемый по [14].

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

$$\rho_{20}^д = \rho_{15}^д \exp[-\beta_{15}^д \cdot 5 \, (1 + 4 \, \beta_{15}^д)], \qquad (3)$$

где $\beta_{15}^д$ — коэффициент объемного расширения продукта, вычисляемый по [14].

Объем продукта $V_{15}^д$, м^3, вычисляют по формуле

$$V_{15}^д = V_{изм}^д \, CTL_v^д \, CPL_v^д, \qquad (4)$$

где $V_{изм}^д$ — объем продукта, измеренный при температуре и давлении продукта в преобразователе расхода или счетчике жидкости, м^3;

$CTL_v^д$ — поправочный коэффициент, учитывающий влияние температуры на объем продукта, определенный для температуры продукта в преобразователе расхода или счетчике жидкости, вычисляемый по [14];

$CPL_v^д$ — поправочный коэффициент, учитывающий влияние давления на объем продукта, определенный для давления в преобразователе расхода или счетчике жидкости, вычисляемый по [14].

Объем продукта, приведенный к температуре 20 °С, $V^{д}_{20}$, м^3, вычисляют по формуле

$$V^{д}_{20} = \frac{V^{д}_{15}}{\exp\left[-\beta^{д}_{15} \cdot 5(1 + 4\,\beta^{д}_{15})\right]}. \qquad (4а)$$

5.7.1.2 Массу продукта $m^{д}_{2}$, кг, при измерениях объема продукта преобразователем расхода или счетчиком жидкости и его плотности ареометром в лаборатории в объединенной пробе и приведении результатов измерений объема и плотности продукта к стандартным условиям вычисляют по формуле

$$m^{д}_{2} = V^{д}_{0}\,\rho^{д}_{0}, \qquad (5)$$

где $V^{д}_{0}$ — объем продукта, приведенный к стандартным условиям;

$\rho^{д}_{0}$ — плотность продукта, приведенная к стандартной температуре.

Значение $V^{д}_{0}$, м^3, определяют по формуле (4) или (4а).

Плотность продукта, приведенную к температуре 15 °С, $\rho^{д}_{15}$, кг/м^3, следует вычислять по формуле

$$\rho^{д}_{15} = \frac{\rho^{д}_{изм}}{CTL^{д}_{\rho}}, \qquad (6)$$

где $\rho^{д}_{изм}$ — плотность продукта, измеренная ареометром или лабораторным плотномером в условиях лаборатории (температура T_{ρ} и избыточное давление, равное нулю), с учетом систематической погрешности метода в соответствии с [1], кг/м^3;

$CTL^{д}_{\rho}$ — поправочный коэффициент, учитывающий влияние температуры на объем продукта, определенный для температуры в лаборатории.

Значение $CTL^{д}_{\rho}$ следует вычислять по [14].

Плотность продукта, приведенную к температуре 20 °С, $\rho^{д}_{20}$, кг/м^3, вычисляют по формуле

$$\rho^{д}_{20} = \rho^{д}_{15} \exp\left[-\beta^{д}_{15} \cdot 5(1 + 4\,\beta^{д}_{15})\right], \qquad (7)$$

где $\beta^{д}_{15}$ — коэффициент объемного расширения продукта, вычисляемый по [14].

5.7.1.3 Массу продукта $m^{д}_{3}$, кг, при измерениях объема продукта с помощью преобразователя расхода или счетчика жидкости и его плотности с помощью поточного преобразователя плотности и приведении результатов измерений плотности продукта к условиям измерений его объема допускается вычислять по формуле

$$m^{д}_{3} = V^{д}_{п.изм}\,\rho^{д}_{п.изм}\left[1 + \beta\,(T^{д}_{\rho п} - T^{д}_{vп}) + \gamma\,(P^{д}_{vп} - P^{д}_{\rho п})\right], \qquad (8)$$

где $V^{д}_{п.изм}$ — объем продукта, измеренный при температуре и давлении продукта в преобразователе расхода или счетчике жидкости, м^3;

$\rho^{д}_{п.изм}$ — плотность продукта, измеренная при температуре и давлении продукта в преобразователе плотности, кг/м^3;

β — коэффициент объемного расширения продукта, значения которого для нефти приведены в [1];

$T^{д}_{\rho п}$ — температура продукта в преобразователе плотности, °С;

$T^{д}_{vп}$ — температура продукта в преобразователе расхода или счетчике жидкости, °С;

γ — коэффициент сжимаемости продукта, значения которого для нефти приведены в [1];

$P^{д}_{vп}$, $P^{д}_{\rho п}$ — избыточные давления продукта при измерениях его плотности и объема, МПа.

5.7.1—5.7.1.3 **(Измененная редакция, Изм. № 1).**

5.7.1.4 Массу продукта $m^{д}_{4}$, кг, при измерениях объема продукта преобразователем расхода или

счетчиком жидкости и его плотности ареометром по ГОСТ 3900, ГОСТ Р 51069 в объединенной пробе или лабораторным плотномером и приведении результатов измерений плотности продукта к условиям измерений его объема допускается вычислять по формуле

$$m_4^{д} = V^{д}_{п.изм} \cdot \rho^{д}_{изм} [1 + \beta (T^{л}_{\rho} - T^{д}_{vп}) + \gamma \cdot P_v], \quad (8а)$$

где $\rho^{л}_{изм}$ — плотность продукта, измеренная в лаборатории при температуре $T^{л}_{\rho}$, кг/м^3;

β — коэффициент объемного расширения продукта, значения которого для нефти и нефтепродуктов определяют в соответствии с [23] или для нефти принимают по [1];

P_v — избыточное давление продукта при измерениях его плотности, МПа.

5.7.1.5 Формулы (8), (8а) могут быть применены при изменении температуры продукта не более чем на 15 °С.

5.7.1.4, 5.7.1.5 **(Введены дополнительно, Изм. № 1).**

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

5.7.2.1 Массу продукта $m^{с}_{1}$, кг, при измерениях объема продукта в мерах вместимости и мерах полной вместимости и плотности продукта в лаборатории в объединенной или точечной пробе и приведении результатов измерений объема и плотности продукта к стандартному условию по температуре вычисляют по формуле

$$m^{с}_{1} = \rho^{с}_{0} \, V^{с}_{0}, \quad (9)$$

где $\rho^{с}_{0}$, $V^{с}_{0}$ — плотность и объем продукта, приведенные к стандартному условию по температуре (обозначение «с» соответствует термину «статическое»).

Плотность продукта, приведенную к температуре 15 °С, $\rho^{с}_{15}$, кг/м^3, вычисляют по формуле

$$\rho^{с}_{15} = \frac{\rho^{с}_{изм}}{CTL^{с}_{\rho}}, \quad (10)$$

где $\rho^{с}_{изм}$ — плотность продукта, измеренная ареометром в лаборатории или с помощью преобразователя плотности в мере вместимости или мере полной вместимости, кг/м^3;

$CTL^{с}_{\rho}$ — поправочный коэффициент, учитывающий влияние температуры на объем продукта, определенный для температуры продукта в лаборатории или в преобразователе плотности, вычисляемый по [14].

Плотность продукта, приведенную к температуре 20 °С, $\rho^{с}_{20}$, кг/м^3, вычисляют по формуле

$$\rho^{с}_{20} = \rho^{с}_{15} \exp [- \beta^{с}_{15} \cdot 5 (1 + 4 \beta^{с}_{15})]. \quad (11)$$

Объем продукта $V^{с}_{15}$, м^3, следует вычислять по формуле

$$V^{с}_{15} = V_{20} [1 + (2\alpha_{ст} + \alpha_s) (T_{ст} - 20)] CTL^{с}_{v}, \quad (12)$$

где V_{20} — объем продукта в мере вместимости на измеряемом уровне H, определяемый по градуировочной таблице меры вместимости, составленной при температуре 20 °С по ГОСТ 8.346, ГОСТ 8.570, [15] — [19] или в мере полной вместимости на уровне, соответствующем указателю уровня в соответствии с ГОСТ Р 8.569, с учетом изменения уровня продукта относительно указателя уровня, м^3.

Данные градуировочных таблиц соответствуют температуре стенки мер вместимости, равной 20 °С;

$\alpha_{ст}$ — температурный коэффициент линейного расширения материала стенки меры вместимости, значение которого принимают равным 12,5 · 10^{-6} 1/°С;

α_s — температурный коэффициент линейного расширения материала средства измерений уровня (например, измерительной рулетки с грузом, метроштока и др.). Его значения принимают, 1/°С:

$12{,}5 \cdot 10^{-6}$ — для нержавеющей стали;

$23 \cdot 10^{-6}$ — для алюминия;

$10 \cdot 10^{-6}$ — для бетона;

$T_{ст}$ — температура стенки меры вместимости, принимаемая равной температуре продукта в мере вместимости T_v^c, °С;

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 [14].

5.7.2, 5.7.2.1 **(Измененная редакция, Изм. № 1).**

5.7.2.2 Плотность продукта при проведении учетных операций может быть приведена к плотности при стандартной температуре 15 °С по таблицам [20], [2].

5.7.2.3 Плотность продукта при проведении учетных операций может быть приведена к плотности при стандартной температуре 20 °С по таблицам [21] или по [1] для нефти и по ГОСТ 3900 для нефтепродуктов.

5.7.2.4 Массу продукта $m_л^c$, кг, при приведении плотности продукта, измеренной в лаборатории, к условиям измерений объема продукта в мере вместимости или мере полной вместимости допускается вычислять по формуле

$$m_л^c = V_{20} \cdot \rho_{изм}^л [1 + (2\alpha_{ст} + \alpha_s) \cdot (T_{ст} - 20)] \cdot [1 + \beta (T_ρ^л - T_{ст})], \qquad (12а)$$

где $\rho_{изм}^л$ — плотность продукта, измеренная в лаборатории при температуре $T_ρ^л$, кг/м^3;

β — коэффициент объемного расширения продукта, значения которого для нефти и нефтепродуктов определяют в соответствии с [23] или для нефти принимают по [1].

Пояснения символов V_{20}, $\alpha_{ст}$, α_s, $T_{ст}$ приведены в 5.7.2.1.

5.7.2.5 Формула (12а) может быть применена при изменении температуры не более чем на 15 °С.

5.7.2.4, 5.7.2.5 **(Введены дополнительно, Изм. № 1).**

5.7.3 Массу продукта m_2^c, кг, при измерениях гидростатического давления столба продукта в мерах вместимости вычисляют по формуле

$$m_2^c = \frac{1}{g} P S_{ср}, \qquad (13)$$

где P — гидростатическое давление столба продукта, Па;

$S_{ср}$ — средняя площадь поперечного сечения наполненной части меры вместимости, м^2;

g — ускорение силы тяжести, м/с^2.

5.7.3.1 Среднюю площадь $S_{ср}$, м^2, вычисляют по формуле

$$S_{ср} = \frac{V_{20} [1 + 2\alpha_{ст} (T_{ст} - 20)]}{H}, \qquad (14)$$

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

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

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

(Измененная редакция, Изм. № 1).

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

$$m_0 = |m_i - m_{i+1}|, \qquad (15)$$

где m_i, m_{i+1} — массы продукта, вычисленные по формуле (9) в начале и конце операции соответственно.

5.8 Форма представления результатов оценивания погрешности измерений массы продукта

5.8.1 При прямом методе динамических измерений за погрешность следует принимать погрешность измерений массы продукта с помощью массомера.

5.8.2 При прямом методе статических измерений за погрешность следует принимать погрешность измерений массы продукта с помощью весов. Оценивание погрешности измерений массы продукта с применением весов проводят в соответствии с [22].

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

$$\delta m^{д} = \pm 1{,}1 \sqrt{\delta V^2 + G^2 (\delta\rho^2 + \beta^2 10^4 \Delta T_{\rho}^2) + \beta^2 10^4 \Delta T_{\nu}^2 + \delta N^2}\ , \qquad (16)$$

где δV — относительная погрешность измерений объема продукта, %. За δV 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, %;

ΔT_{ρ}, ΔT_{ν} — абсолютные погрешности измерений температуры продукта при измерениях его плотности и объема соответственно, °С;

β — коэффициент объемного расширения продукта, 1/°С (приложение А);

G — коэффициент, вычисляемый по формуле

$$G = \frac{1 + 2\beta T_{\nu}^{д}}{1 + 2\beta T_{\rho}^{д}}\ ; \qquad (17)$$

δN — предел допускаемой относительной погрешности устройства обработки информации или измерительно-вычислительного комплекса (ИВК) (из сертификата об утверждении типа или свидетельства о поверке), %.

5.8.4 Пределы допускаемой относительной погрешности измерений массы продукта при косвенном методе динамических измерений и приведении плотности продукта к условиям измерений его объема $\delta m_{п}^{д}$, %, вычисляют по формуле

$$\delta m_{п}^{д} = \pm 1{,}1 \sqrt{\delta V_{п}^2 + \delta\rho_{п}^2 + \delta T_{\nu\rho}^2 + \delta N^2}\ , \qquad (18)$$

где $\delta V_{п}$ — относительная погрешность измерений объема продукта, %;

$\delta\rho_{п}$ — относительная погрешность измерений плотности продукта, %;

$\delta T_{\nu\rho}$ — составляющая относительной погрешности измерений массы продукта за счет абсолютных погрешностей измерений температур $T_{\nu п}^{д}$, $T_{\rho п}^{д}$, %.

Значение $\delta T_{\nu\rho}$, % вычисляют по формуле

$$\delta T_{\nu\rho} = \pm \left[\frac{\beta\ 100}{1 + \beta\ (T_{\rho п}^{д} - T_{\nu п}^{д})} \right] \sqrt{\Delta T\rho^2 + \Delta T\nu^2}\ , \qquad (19)$$

где ΔT_{ρ}, ΔT_{ν} — абсолютные погрешности измерений температур $T_{\nu п}^{д}$, $T_{\rho п}^{д}$, °С.

5.8.5 Пределы допускаемой относительной погрешности измерений массы продукта при косвенном методе статических измерений $\delta m_{1}^{с}$, %, вычисляют по формулам:

а) для мер вместимости

$$\delta m_{11}^{с} = \pm 1{,}1 \sqrt{\delta K^2 + (K_{ф}\delta H)^2 + G^2 (\delta\rho^2 + \beta^2\ 10^4 \Delta T_{\rho}^2) + \beta^2\ 10^4 \Delta T_{\nu}^2 + \delta N^2}\ ; \qquad (20)$$

б) для мер полной вместимости

$$\delta m_{12}^{c} = \pm 1{,}1 \sqrt{\delta V_{т}^{2} + G^{2} (\delta\rho^{2} + \beta^{2}\, 10^{4} \Delta T_{\rho}^{2}) + \beta^{2}\, 10^{4} \Delta T_{\nu}^{2} + \delta N^{2}}\,, \qquad (21)$$

где $\delta V_{т}^{2}$ — относительная погрешность полной меры вместимости, %;

δK, δH — относительные погрешности составления градуировочной таблицы и измерений уровня продукта соответственно, %;

$K_{ф}$ — коэффициент, учитывающий геометрическую форму меры вместимости, вычисляемый по формуле

$$K_{ф} = \frac{\Delta V_{20} H}{V_{20}}\,, \qquad (22)$$

где ΔV_{20} — объем продукта, приходящийся на 1 мм высоты наполнения меры вместимости на измеряемом уровне наполнения H, м^3/мм;

V_{20} — объем продукта в мере вместимости на измеряемом уровне H.

Значения величин ΔV_{20}, V_{20} определяют по градуировочной таблице меры вместимости при измеряемом уровне наполнения H.

Уровень наполнения H в формуле (22) выражают в миллиметрах.

Значение $K_{ф}$ 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, δm_{2}^{c}, %, вычисляют по формуле

$$\delta m_{2}^{c} = \pm 1{,}1 \sqrt{\delta P^{2} + \delta K^{2} + (K_{ф} - 1)^{2}\, \delta H^{2} + \delta N^{2}}\,, \qquad (23)$$

где δP, δH — относительные погрешности измерений гидростатического давления и уровня продукта, %;

δK — относительная погрешность составления градуировочной таблицы меры вместимости, %.

5.8.7 Пределы допускаемой относительной погрешности измерений массы продукта при проведении учетных операций δm_{0}^{c}, %, вычисляют по формулам:

а) для косвенного метода статических измерений

$$\delta m_{01}^{c} = \pm 1{,}1 \sqrt{\frac{m_{1}^{2}}{m_{0}^{2}} (A_{i}^{2} + B_{i}^{2}) + \frac{m_{i+1}^{2}}{m_{0}^{2}} (A_{i+1}^{2} + B_{i+1}^{2}) + \delta N^{2}}\,, \qquad (24)$$

где $A_{i} = \sqrt{\delta K_{i}^{2} + (K_{ф i}\, \delta H_{i})^{2} + (G_{i}\, \delta\rho_{i})^{2}}$;

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

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

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

где δK_{i}, δK_{i+1} — относительные погрешности составления градуировочной таблицы при измеряемых уровнях наполнения меры вместимости H_{i}, H_{i+1}, %;

$K_{ф i}$, $K_{ф i+1}$ — коэффициенты, учитывающие геометрическую форму меры вместимости при измеряемых уровнях наполнения меры вместимости H_{i}, H_{i+1};

ΔT_{ρ}, ΔT_{ν} — абсолютные погрешности измерений температур продукта T_{ρ}, T_{ν}, °С;

б) для косвенного метода, основанного на гидростатическом принципе,

$$\delta m_{02}^{c} = \pm 1{,}1 \sqrt{\frac{m_{i}^{2}}{m_{0}^{2}} C_{i}^{2} + \frac{m_{i+1}^{2}}{m_{0}^{2}} C_{i+1}^{2} + \delta N^{2}}\,, \qquad (25)$$

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

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

где δP_i, δP_{i+1} — относительные погрешности измерений гидростатического давления, соответствующие измеряемым уровням наполнения меры вместимости H_i, H_{i+1}, %.

5.8.3—5.8.7 **(Измененная редакция, Изм. № 1).**

5.8.8 Относительные погрешности измерений величин, входящих в формулы (16, 18, 20, 21—25), 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 (16) или по формулам (18, 20, 21, 23—25), не должны превышать значений, установленных в 5.1.

(Измененная редакция, Изм. № 1).

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(справочное)

Коэффициенты объемного расширения продукта β

Коэффициенты объемного расширения приведены в таблице А.1

Таблица А.1

ρ, кг/м^3	β, 1/°С	ρ, кг/м^3	β, 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	—	—
Примечание — Данные таблицы используют только для расчета относительных погрешностей МВИ массы продукта по формулам (16), (18), (20), (21), (23)—(25).			

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(справочное)

Библиография

[1] МИ 2153—2001 Государственная система обеспечения единства измерений. Плотность нефти при учетно-расчетных операциях. Методика выполнения измерений ареометром

[2] ASTM Д 1250—80 Стандартное руководство по применению таблиц измерения параметров нефти и нефтепродуктов

[3] МИ 2525—99 Государственная система обеспечения единства измерений. Рекомендации по метрологии государственных научных метрологических центров Госстандарта России. Порядок разработки

[3а] Р 50.1.039—2002 Разработка, обновление и отмена правил и рекомендаций по стандартизации, метрологии, сертификации, аккредитации и каталогизации

[4] МИ 2561—99 Государственная система обеспечения единства измерений. Порядок разработки перечней организаций, которым должны быть разосланы на отзыв проекты нормативных документов ГСИ

[5] МИ 2377—98 Государственная система обеспечения единства измерений. Разработка и аттестация методик выполнения измерений

[6] МИ 2174—91 Государственная система обеспечения единства измерений. Аттестация алгоритмов и программ обработки данных при измерениях. Основные положения

[7] Государственная система обеспечения единства измерений. Положение о формировании, ведении и издании Федерального реестра методик выполнения измерений, применяемых в сферах распространения государственного метрологического контроля и надзора

[8] МИ 2552—99 Государственная система обеспечения единства измерений. Применение «Руководства по выражению неопределенности измерений»

[9] МИ 1552—86 Государственная система обеспечения единства измерений. Измерения прямые однократные. Оценивание погрешностей результатов измерений

[10] МИ 2083—90 Государственная система обеспечения единства измерений. Измерения косвенные. Определение результатов измерений и оценивание их погрешностей

[11] 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

[12] МИ 1967—89 Государственная система обеспечения единства измерений. Выбор методов и средств измерений при разработке методик выполнения измерений. Общие положения

[13] ПР 50.2.009—94 Государственная система обеспечения единства измерений. Порядок проведения испытаний и утверждения типа средств измерений с Изменением № 1

[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] МИ 2543—99 Государственная система обеспечения единства измерений. Цистерны железнодорожные. Методика поверки объемным методом

[16] МИ 1124—86 Государственная система обеспечения единства измерений. Вместимость стальных вертикальных цилиндрических резервуаров с теплоизоляцией. Методика выполнения измерений геометрическим методом

[17] РД50—156—79 Определение вместимости и градуировка железобетонных цилиндрических резервуаров со сборной стенкой вместимостью до 30000 $м^3$ геометрическим методом

[18] МИ 2579—2000 Государственная система обеспечения единства измерений. Резервуары (танки) речных и морских наливных судов. Методика поверки объемным методом

[19] МИ 1001—99 Государственная система обеспечения единства измерений. Определение поправочного коэффициента на полную вместимость нефтеналивных танков судов при измерении объема нефти. Методика расчета

[20] ИСО 91-1—92 Нефть и нефтепродукты. Таблицы параметров при температуре 15°С

[21] ИСО 91-2—91 Нефть и нефтепродукты. Таблицы параметров при температуре 20°С

[22] МИ 1953—88 Государственная система обеспечения единства измерений. Масса народнохозяйственных грузов при бестарных перевозках. Методика выполнения измерений

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

[24] Правила сертификации электрооборудования для взрывоопасных сред

ПРИЛОЖЕНИЕ Б **(Измененная редакция, Изм. № 1).**

УДК 53.089.6 621.642.2/3.001.4:531.73:006.354 ОКС 17.020 Т86.2

Ключевые слова: масса, продукт, методика выполнения измерений, объем, вместимость, резервуар, цистерна, уровнемер, счетчик, погрешность, уровень, градуировка, поверка, температура, плотность, давление, сжимаемость

Редактор *Т.С. Шеко*
Технический редактор *Н.С. Гришанова*
Корректор *В.Е. Нестерова*
Компьютерная верстка *И.А. Налейкиной*

Изд. лиц. № 02354 от 14.07.2000. Сдано в набор 03.06.2004. Подписано в печать 09.07.2004. Усл. печ.л. 2,32. Уч.-изд.л. 1,60.
Тираж 194 экз. С 2889. Зак. 631.

ИПК Издательство стандартов, 107076 Москва, Колодезный пер., 14.
gost.e-ecolog.ru s.ru e-mail: gost.e-ecolog.ru
Набрано в Издательстве на ПЭВМ
Отпечатано в филиале ИПК Издательство стандартов — тип. «Московский печатник», 105062 Москва, Лялин пер., 6.
Плр № 080102

gost.e-ecolog.ru