O‘z DSt 8.036:200_

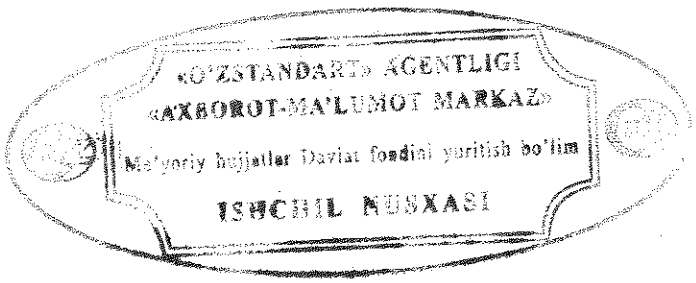
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ УЗБЕКИСТАНА

Государственная система обеспечения единства измерений Республики Узбекистан

МАССА НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ

Методика выполнения измерений при косвенном методе статических измерений

Издание официальное



Узбекское агентство
стандартизации, метрологии и сертификации

Ташкент

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН И ВНЕСЕН Обществом с ограниченной ответственностью «ILMIY JORIY ETISH»

2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ постановлением Узбекского агентства стандартизации, метрологии и сертификации **(Агентство «Узстандарт»)** от 23.07.09 № 05-154

3 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Информация о введении в действие (прекращении действия) настоящего стандарта и изменений к нему на территории Узбекистана публикуются в указателе, издаваемом Агентством «Узстандарт». В случае пересмотра или отмены настоящего стандарта соответствующая информация будет опубликована в информационном указателе, издаваемом Агентством Узстандарт

Исключительное право официального опубликования настоящего стандарта на территории Республики Узбекистан принадлежит Агентству «Узстандарт».

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины и определения 3
4 Требования к погрешности измерений 4
5 Метод измерений 4
6 Средства измерений 4
7 Требования безопасности 5
8 Требования к квалификации операторов 5
9 Условия измерений и подготовка к выполнению измерений 5
10 Выполнение измерений 6
11 Обработка результатов измерений массы продукта 9
12 Оценка погрешности измерений массы продукта 11
13 Оформление результатов измерений 13
Приложение А Пример вычисления массы продукта и оценка погрешности измерений при проведении учетных операций 14
Библиография 17

O‘ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH,
MUVOFIQLASHTIRISH
VA DAVLAT NAZORATI
BOSHQARMASI

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ УЗБЕКИСТАНА

Ўзбекистон Республикасининг
ўлчашлар бирлилигини таъминлаш давлат тизими

НЕФТЬ ВА НЕФТЬ МАҲСУЛОТЛАРИНИНГ МАССАСИ

Статик ўлчашларнинг билвосита усулида ўлчашларни бажариш усулияти

Государственная система обеспечения единства измерений
Республики Узбекистан

МАССА НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ

Методика выполнения измерений при косвенном методе статических измерений

State system for ensuring the uniformity of measurements
of Republic of Uzbekistan

WEIGHT OF OIL AND MINERAL OIL

Procedure of measurements at an indirect method of static measurements

Дата введения 2009.08.03
Без ор. срока действ.

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает методику выполнения измерений (далее МВИ) массы брутто товарной нефти и массы нефтепродуктов (далее – продукта) в мерах вместимости и в мерах полной вместимости, основанную на косвенном методе статических измерений в сферах распространения государственного метрологического контроля и надзора.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие нормативные документы:

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

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

Официальное издание

O'ZSTANDART AGENTLIGI
1666 son bilan
«23» 07 2009-yilda
Davlat ro'yxatiga olindi

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

ГОСТ 8.587-2006 Государственная система обеспечения единства измерений. Масса нефти и нефтепродуктов. Общие требования к методикам выполнения измерений.

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 400-80 Термометры стеклянные для испытаний нефтепродуктов. Технические условия.

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

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

ГОСТ 7502-98 Рулетки измерительные металлические. Технические условия.

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

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 28498-90 Термометры жидкостные стеклянные. Общие технические требования. Методы испытаний.

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

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

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

O‘z DSt 8.010.1:2002 Государственная система обеспечения единства измерений Республики Узбекистан. Метрология. Термины и определения. Часть 1. Основные и общие требования.

O‘z DSt 8.010.2:2002 Государственная система обеспечения единства измерений Республики Узбекистан. Метрология. Термины и определения. Часть 2. Средства измерений и их параметры.

O‘z DSt 8.010.3:2004 Государственная система обеспечения единства измерений Республики Узбекистан. Метрология. Термины и определения. Часть 3. Метрологическая служба.

O‘ZSTANDART
STANDARTLASHTIRISH,
METROLOGIYA VA
DAVLAT NAZORATI
BOSHQARMASI

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

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* Государственная система обеспечения единства измерений. Плотность нефти. Таблицы пересчета.

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

Примечание – При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов (и классификаторов) на территории Узбекистана по соответствующему указателю стандартов (классификаторов), составленному по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный стандарт заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться замененным (измененным) стандартом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дан ссылка на него, применятся в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями, заимствованные из ГОСТ 8.587:

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

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

мера вместимости: Средство измерений объема продукта, имеющий сертификат о поверке и утвержденную градуировочную таблицу (резервуары, железнодорожные цистерны, танки наливных судов).

мера полной вместимости: Средство измерений объема продукта, имеющий сертификат и оснащенное указателем уровня наполнения (автоцистерны, прицепы-цистерны, полуприцепы-цистерны).

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

стандартные условия: Условия, соответствующие температуре продукта 15 ^{O}C или 20 ^{O}C, и избыточному давлению, равному нулю.

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

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

Остальные термины и определения по O‘z DSt 8.010.1, O‘z DSt 8.010.2 и O‘z DSt 8.010.3.

---

* Применяется до принятия в качестве межгосударственного стандарта.

O'ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH,
METROLOGIYA VA DAVLAT NAZORATI
BOSHQARMASI

4 Требования к погрешности измерений

Пределы допускаемой относительной погрешности измерений по данной методике не должны превышать:

± 0,50 % - при измерении массы продукта от 120 t и более;

± 0,65 % - при измерении массы продукта до 120 t.

5 Метод измерений

При косвенном методе статических измерений массу продукта определяют по результатам измерений плотности и объема продукта. При этом:

- в мерах вместимости объем продукта определяют по градуировочной таблице, используя результат измерений уровня продукта в мере вместимости. Плотность продукта измеряют переносным плотномером или определяют в лаборатории по объединенной пробе продукта, отобранной из меры вместимости по ГОСТ 2517;

- в мерах полной вместимости объем продукта определяют по сертификату о поверке, с учетом изменения уровня продукта относительно указателя уровня. Плотность продукта измеряют переносным плотномером или определяют лабораторным методом по точечной пробе продукта, отобранной из меры полной вместимости по ГОСТ 2517.

Массу продукта определяют как произведение объема продукта и плотности, приведенной к условиям измерений объема, или как произведение объема продукта и плотности, приведенных к стандартным условиям.

6 Средства измерений

6.1 При выполнении измерений применяют следующие средства измерений:

- меры вместимости и меры полной вместимости, поверенные и имеющие утвержденные градуировочные таблицы. Пределы допускаемой относительной погрешности определения вместимости:

- для стальных вертикальных цилиндрических резервуаров по ГОСТ 8.570;

- для горизонтальных цилиндрических резервуаров по ГОСТ 8.346;

- для железнодорожных цистерн по ПМГ 65 [1];

- для автоцистерн по ГОСТ Р 8.569;

- рулетки измерительные металлические 2-го класса точности по ГОСТ 7502 или метрошток с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более ± 2 mm;

- лабораторный термометр по ГОСТ 28498 с ценой деления 0,1 ^{O}C и пределами допускаемой погрешности ± 0,2 ^{O}C;

- ареометр с ценой деления шкалы 0,5 kg/m^3 по ГОСТ 18481 для определения плотности в соответствии ГОСТ 3900 или ГОСТ 31072.

RAQAMLASHTIRISH,
STANDARTLASHTIRISH,
MUVOFIQLASHTIRISH
VA DAVLAT NAZORATI
DOSHQARMASI

- термометр, входящий в состав ареометра с предалами допускаемой абсолютной погрешности ±0,5 ^{O}C по ГОСТ 400.

6.2 Средства измерений должны быть поверены в установленном порядке.

6.3 Допускается применение других, вновь разработанных или находящихся в эксплуатации средств измерений, удовлетворяющих по точности требованиям настоящего стандарта.

6.4 Применение средств измерений регламентируется технической документацией предприятий-изготовителей.

7 Требования безопасности

Средства измерений, 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 ГИ «Саноатконтехназорат».

8 Требования к квалификации операторов

К выполнению измерений 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 настоящую МВИ.

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 допускаемых концентраций, установленных в ГОСТ 12.1.005.

9 Условия измерений и подготовка к выполнению измерений

При выполнении измерений соблюдают условия и порядок подготовительных работ, регламентированные эксплуатационной документацией на применяемые средства измерений.

O'ZSTA... STANDARTLASHTIRISH... MUVOFIQLASHTIRISH... VA DAVLAT NAZORATI ...

10 Выполнение измерений

10.1 Измерения уровня продукта и базовую высоту в резервуарах

Уровень продукта измеряют измерительной рулеткой с грузом по ГОСТ 7502. Допускается измерять уровень продукта другими техническими средствами, сертифицированными для выполнения данной операций.

Для измерения уровня, ленту рулетки до и после измерений протирают мягкой тряпкой насухо.

Проверяют базовую высоту резервуара как расстояние по вертикали от днища в точке касания груза измерительной рулетки до верхнего края измерительного люка или до риски направляющей планки измерительного люка.

Полученный результат сравнивают с известной (паспортной) величиной базовой высоты, нанесенной на резервуаре.

Если базовая высота ($H_б$) отличается от полученного результата не более, чем на 0,1 % $H_б$, то измерение уровня продукта рулеткой осуществляется в следующей последовательности:

Опускают ленту рулетки с грузом медленно до касания лотом днища или опорной плиты (при наличии), не допуская отклонения лота от вертикального положения, не задевая за внутреннее оборудование, сохраняя спокойное состояние поверхности продукта и не допуская волн.

Затем рулетку поднимают строго вертикально, не допуская смещения в сторону, и берут отсчет на месте смоченной продуктом части ленты.

Отсчет по ленте рулетки проводят сразу после появления смоченной части ленты рулетки над измерительном люком с точностью до 1 mm.

Измерения уровня жидкости в каждом резервуаре проводят дважды. Если результаты измерений отличаются не более, чем на 1 mm, то в качестве результата измерений уровня принимают их среднее значение.

Если полученное расхождение измерений составляет более 1 mm, то измерения повторяют еще дважды и берут среднее значение из трех наиболее близких измерений.

Если базовая высота ($H_б$) отличается от полученного результата более, чем на 0,1 % $H_б$, выясняют причину изменения базовой высоты и устраняют ее в кратчайшие сроки.

10.2 Измерения базовой высоты в железнодорожных цистернах

Базовую высоту цистерны измеряют при наличии в ней жидкости до уровня, соответствующего не менее 95 % номинальной вместимости.

Базовую высоту цистерны измеряют с помощью метроштока в двух противоположных точках люка горловины или колпака, расположенных на плоскости, проходящей через верхнюю образующую и продольную ось цистерны, не менее двух раз в каждой точке измерений. Расхождение между результатами двух измерений должно быть не более ± 1 mm.

За действительное значение принимает среднееарифметическое значение результатов двух измерений.

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
STANDARTLASHTIRISH,
METROLOGIYA VA DAVLAT NAZORATI
QO'MITASI

Полученный результат сравнивают с известной (паспортной) величиной базовой высоты, нанесенной на боковой балке рамы цистерны.

Если базовая высота ($H_б$) отличается от полученного результата более, чем на 0,1 % $H_б$, выясняют причину изменения базовой высоту (отложение грязи, в том числе твердых частиц и др.) и устраняют ее в кратчайшие сроки.

10.3 Измерения уровня продукта в железнодорожных цистернах

Измерения уровня продукта в цистернах проводят после отстоя продукта не менее 10 минут.

Уровень продукта измеряют с помощью метроштока в двух противоположных точках люка по продольной оси цистерны. Метрошток вертикально опускают до дна цистерны через люк колпака, при этом контролируют, чтобы он не попал в углубление для нижних сливных приборов. Отсчет показаний проводят по линии смачивания метроштока с дискретностью 1 mm.

Расхождение между результатами измерений в двух противоположных точках люка не должно быть более 5 mm.

В качестве результата измерений уровня продукта в цистерне принимают среднее арифметическое значение результатов измерений в двух противоположных точках люка.

Измерения могут выполняться металлической рулеткой с грузом.

10.4 Измерения уровня подтоварной воды в мерах вместимостях

Измерения уровня подтоварной воды в резервуарах проводят измерительной рулеткой, а в железнодорожных цистернах метроштоком при помощи водочувствительной ленты или пасты в следующей последовательности:

- водочувствительную ленту в натянутом виде прикрепляют к поверхности груза с двух противоположных сторон или водочувствительную пасту наносят тонким слоем (0,2 – 0,3) mm на поверхность груза полосками с двух противоположных сторон;
- нижний конец метроштока смазывается водочувствительной пастой на высоту (5 – 16) cm.

Рулетку с грузом с водочувствительной пастой или с прикрепленной водочувствительной лентой, а также метрошток с пастой, при определении уровня подтоварной воды выдерживают в мерах вместимости неподвижно в течение (2 – 3) минут, когда водочувствительность слоя полностью раствориться и граница между слоями воды и продукта будет резко выделена.

Измерения уровня подтоварной воды проводят дважды. Если результаты измерений отличаются не более чем на 1 mm, то в качестве результата измерений уровня принимают их среднее значение.

Измерения уровня подтоварной воды повторяют, если на ленте или пасте она обозначена нечетко, косой линией или на не одинаковой высоте с обоих сторон, что указывает на наклонное положение груза или метроштока при выполнении измерений.

O'ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH,
METROLOGIYA VA DAVLAT NAZORATI
BOSHQARMASI

Размытая грань является следствием отсутствия резкой границы раздела между водой и продуктом и свидетельствует о наличии водоэмульсионного слоя. В этом случае измерения повторяют после отстоя и расслоения эмульсии.

10.5 Определение температуры продукта в мерах вместимости

Среднюю температуру продукта в мерах вместимости определяют с помощью термометра или стационарных преобразователей температуры.

При отборе объединенной пробы стационарными пробоотборниками в один прием по ГОСТ 2517 определяют среднюю температуру продукта путем измерений температуры этой пробы термометром.

При отборе точечных проб температуру продукта в пробе определяют в течение (1 – 3) минут после отбора пробы, при этом переносной пробоотборник выдерживают на уровне отбираемой пробы в течение не менее пяти минут. Термометр погружают в продукт на глубину, указанную в техническом паспорте на данный термометр, и выдерживают в пробе до принятия столбиком ртути постоянного положения.

Среднюю температуру продукта рассчитывают по температуре точечных проб, используя соотношение для составления объединенной пробы из точечных по ГОСТ 2517.

10.6 Определение фактического объема продукта в мерах вместимости

Общий объем продукта в мере вместимости и объем подтоварной воды определяют по градуировочной таблице для конкретно меры вместимости.

Фактически объем продукта в мере вместимости вычисляют по формуле:

$$V_н = V_{20} [1 + (2\alpha_{ст} + \alpha_s) \cdot (T_{ст} - 20)], \qquad (1)$$

где V_{20} – объем нефти в мере вместимости по градуировочной таблице, m^3, определяемый по формуле:

$$V_{20} = V_ж - V_в; \qquad (2)$$

$V_ж$ – объем жидкости (продукт и подтоварная вода) определяемый по градуировочной таблице меры вместимости, составленной при температуре 20 ^{O}C;

$V_в$ – объем подтоварной воды в мере вместимости определяемый по градуировочной таблице составленной при температуре 20 ^{O}C;

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

α_s – температурный коэффициент линейного расширения материала средства измерения уровня, значение которого принимают равным:

- для нержавеющей стали – $12{,}5 \cdot 10^{-6}$ 1/^{O}C;

- для алюминия – $23 \cdot 10^{-6}$ $1/^{O}C$;

T_{cm} – температура стенки меры вместимости, принимаемое равной температуре продукта в мере вместимости.

11 Обработка результатов измерений массы продукта

11.1 Массу продукта m, kg, при измерениях объема продукта в мерах вместимости и мерах полной вместимости и плотности продукта с помощью ареометра по ГОСТ 3900 или по ГОСТ 31072 и последующем приведении результатов измерений объема и плотности продукта к стандартному условию по температуре вычисляют по формуле,

$$m = V_0 \cdot \rho_0 , \qquad (3)$$

где ρ_0, V_0 – плотность и объем продукта, приведенные к стандартным условию по температуре.

Плотность продукта, приведенную к температуре 15 ^{O}C, ρ_{15}, kg/m^3, вычисляют по формуле

$$\rho_{15} = \frac{\rho_{изм} \cdot K}{CTL_\rho}, \qquad (4)$$

где $\rho_{изм}$ - плотность продукта, измеренная с помощью ареометра в лаборатории, kg/m^3;

CTL_ρ - поправочный коэффициент, учитывающий влияние температуры на объем продукта, определенный для температуры продукта в лаборатории, вычисляемый по API 2540 [2];

K – поправочный коэффициент на температурное расширение стекла для ареометров, вычисляемый по МИ 2153 [3].

Плотность продукта, приведенную к температуре 20 ^{O}C, ρ_{20}, kg/m^3, вычисляют по формуле

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

где β_{15} - коэффициент объемного расширения продукта, вычисляемый по МИ 2632 [4].

Объем продукта, приведенный к температуре 15 ^{O}C, V_{15}, m^3, вычисляют по формуле

$$V_{15} = V_{20} \cdot \left[1 + \left(2\alpha_{CT} + \alpha_S\right) \cdot \left(T_{CT} - 20\right)\right] CTL_V , \qquad (6)$$

O‘ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH,
METROLOGIYA VA DAVLAT NAZORATI
BOSHQARMASI

где V_{20} – объем продукта в мере вместимости на измеряемом уровне H, определяемый по градуировочной таблице меры вместимости, составленной при температуре 20 ^{O}C по ГОСТ 8.346, ГОСТ 8.570, O‘z DSt 8.031, МИ 1124 [5], РД 50-156 [6], МИ 2579 [7], МИ 1001 [8], 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, m^3. Данные градуировочных таблиц соответствуют температуре стенки мер вместимости, равной 20 ^{O}C;

CTL_V – поправочный коэффициент, учитывающий влияние температуры на объем продукта, определенный для температуры продукта в мере вместимости или в мере полной вместимости, вычисляемый по API 2540 [2];

Объем продукта приведенный к температуре 20 ^{O}C, V_{20}, m^3, вычисляют по формуле

$$V_{20} = V_{15} \cdot \exp\left[\beta_{15} \cdot 5 \cdot \left(1 + 4\beta_{15}\right)\right]. \qquad (7)$$

11.2 Плотность и объем продукта при проведении учетных операций могут быть приведена к плотности и объему при стандартной температуре 15 ^{O}C или 20 ^{O}C по ГОСТ Р 8.610, ASTM D 1250 [9], ИСО 91-1 [10], ИСО 91-2 [11] или МИ 2153 [3], МИ 2741 [12], МИ 2880 [13] для нефти и МИ 2842 [14] для светлых нефтепродуктов.

11.3 При проведении учетных операций плотность нефти при стандартной температуре 20 ^{O}C допускается приводить к плотности нефти при стандартной температуре 15 ^{O}C, и наоборот, по ГОСТ Р 8.599.

11.4 Массу продукта $m_{Л}$, kg, при приведении плотности продукта, измеренной в лаборатории, к условиям измерений объема продукта в мере вместимости или в мере полной вместимости допускается вычислить по формуле

$$m_{Л} = V_{20} \cdot \rho_{изм}^{Л} \cdot \left[1 + \left(2\alpha_{CT} + \alpha_S\right) \cdot \left(T_{CT} - 20\right)\right] \cdot \left[1 + \beta \cdot \left(T_{\rho}^{Л} - T_{CT}\right)\right] \cdot K, \qquad (8)$$

где $\rho_{изм}^{Л}$ - плотность продукта, измеренная в лаборатории при температуре $T_{\rho}^{Л}$, kg/m^3;

β – коэффициент объемного расширения продукта, значение которого для нефти и нефтепродуктов определяют по МИ 2632 [4] или для нефти – по МИ 2153 [3].

11.5 Формула (8) может быть применена при разности температур $T_{\rho}^{Л}$ и T_{CT} не более 15 ^{O}C.

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

$$m_0 = \left|m_i - m_{i+1}\right|, \qquad (9)$$

O'ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH,
METROLOGIYA VA DAVLAT NAZORATI

где m_i, m_{i+1} – массы продукта, вычисляемые по формуле (3) или (8) в начале и конце операции соответственно.

12 Оценка погрешности измерений массы продукта

12.1 Пределы допускаемой относительной погрешности измерений массы продукта δm, %, вычисляют по формулам:

а) для мер вместимости

$$\delta m_1 = \pm 1{,}1 \cdot \sqrt{\delta K^2 + (K_\Phi \cdot \delta H)^2 + G^2\left(\delta\rho^2 + \beta^2 \cdot 10^4 \cdot \Delta T_\rho^2\right) + \beta^2 \cdot 10^4 \cdot \Delta T_V^2 + \delta N^2}\ , \quad (10)$$

b) для мер полной вместимости

$$\delta m_2 = \pm 1{,}1 \cdot \sqrt{\delta V_T^2 + G^2\left(\delta\rho^2 + \beta^2 \cdot 10^4 \cdot \Delta T_\rho^2\right) + \beta^2 \cdot 10^4 \cdot \Delta T_V^2 + \delta N^2}\ , \quad (11)$$

где δV_T – относительная погрешность полной меры вместимости, %;

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

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

ΔT_ρ, ΔT_V – абсолютные погрешности измерений температуры продукта при измерениях его плотности и объема соответственно, ^{O}C;

β – коэффициент объемного расширения продукта, 1/^{O}C (приложение А, ГОСТ 8.587-2006);

δN – предел допускаемой относительной погрешности устройства обработки информации или измерительно-вычислительного комплекса (из сертификата об утверждении типа или сертификат о поверке), %;

G – коэффициент, вычисляемый по формуле

$$G = \frac{1 + 2 \cdot \beta \cdot T_V}{1 + 2 \cdot \beta \cdot T_\rho}\ , \quad (12)$$

где T_V, T_ρ – температура продукта при измерении его объема и плотности, ^{O}C.

K_Φ – коэффициент, учитывающий геометрическую форму меры вместимости, вычисляемый по формуле

$$K_\Phi = \frac{\Delta V_{20} \cdot H}{V_{20}} \quad (13)$$

где H – уровень наполнения, mm;

ΔV_{20} – объем продукта, приходящиеся на 1 mm высоты наполнения меры вместимости на измеряемом уровне наполнения, m^3/mm;

O‘ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH,
METROLOGIYA VA DAVLAT NAZORATI
BOSHQARMASI

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

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

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

12.2 Пределы допускаемой относительной погрешности измерений массы продукта при проведении учетных операций δm_0, %, вычисляют по формуле

$$\delta m_0 = \pm 1{,}1 \cdot \sqrt{\frac{m_i^2}{m_0^2} \cdot \left(A_i^2 + B_i^2\right) + \frac{m_{i+1}^2}{m_0^2} \cdot \left(A_{i+1}^2 + B_{i+1}^2\right) + \delta N^2}\,, \qquad (14)$$

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

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

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

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

где δK_i, δK_{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;

ΔT_{ρ}, ΔT_V – абсолютные погрешности измерений температуры продукта при измерениях его плотности и объема соответственно, ^{O}C.

12.3 Относительные погрешности измерений величин, входящих в формулы (8), (9) и (12), определяют с учетом инструментальной, методической и других составляющих погрешности измерений массы продукта. Типичные составляющие погрешности измерений приведены в приложении А, ГОСТ 8.010-99.

12.4 Значения пределов допускаемых относительной погрешности измерений массы продукта, определяемые по формулам (10), (11) и (14), не должны превышать значений, установленных в разделе 4 настоящего стандарта.

Пример, вычислений массы продукта и оценка погрешности измерений приведены в приложении А.

O'ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH,
METROLOGIYA
VA DAVLAT NAZORATI
DEPARTAMENTI

13 Оформление результатов измерений

Результаты расчета массы продукта и ее погрешности должны регистрироваться в специальном журнале с периодичностью установленной в технологической документации или на магнитных и иных носителях информации, обеспечивающих длительное хранение информации.

O'ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH,
METROLOGIYA VA DAVLAT NAZORATI
BOSHBARMOG'I

Приложение А

Пример вычисления массы продукта и оценка погрешности измерений при проведении учетных операций

А.1 Вычисление массы продукта

А.1.1 При вычислении массы продукта используют следующие средства измерений:

- стальной вертикальный цилиндрический резервуар вместимостью 10 000 m^3, отградуированный с относительной погрешностью $\delta K_i = \delta K_{i+1} = \pm 0{,}2$ % при температуре 20 ^{O}C;
- рулетка измерительная с грузом 2-го класса с абсолютной погрешностью $\Delta H_i = \Delta H_{i+1} = \pm 1$ mm;
- ареометр для продукта с абсолютной погрешностью $\Delta \rho_n = 0{,}5$ kg/m^3;
- термометр, входящий в состав ареометра с абсолютной погрешностью $\Delta T_{\rho i} = \Delta T_{\rho i+1} = \pm 0{,}5$ ^{O}C;
- лабораторный термометр с абсолютной погрешностью $\Delta T_{Vi} = \Delta T_{Vi+1} = \pm 0{,}2$ ^{O}C.

Обработка результатов измерений производится на ЭВМ с относительной погрешностью $\delta N = \pm 0{,}1\%$.

А.1.2 При измерениях перед отпуском продукта получены следующие результаты:

- высота налива продукта $H_i = 11{,}574$ m;
- плотность продукта из объединенной пробы в лабораторных условиях при температуре $T^{л}_{\rho_i} = 22$ ^{O}C, $\rho^{л}_{изм.i} = 787{,}0$ kg/m^3;
- средняя температура продукта в резервуаре $T_{CT.i} = 34$ ^{O}C.

А.1.3 При измерениях после отпуска продукта получены следующие результаты:

- высота налива продукта $H_{i+1} = 1{,}391$ m;
- плотность продукта из объединенной пробы в лабораторных условиях при температуре $T^{л}_{\rho_{i+1}} = 22$ ^{O}C, $\rho^{л}_{изм.i+1} = 781{,}0$ kg/m^3;
- средняя температура продукта в резервуаре $T_{CT.i+1} = 32$ ^{O}C.

А.1.4 По нормативным документам определяют:

- коэффициент объемного расширения продукта $\beta_i = \beta_{i+1} = 1 \cdot 10^{-3}$ 1/^{O}C;
- температурный коэффициент линейного расширения материала стенки резервуара $\alpha_{CT} = 12{,}5 \cdot 10^{-6}$ 1/^{O}C;
- температурный коэффициент линейного расширения материала измерительной рулетки $\alpha_s = 12{,}5 \cdot 10^{-6}$ 1/^{O}C;
- поправочный коэффициент на температурное расширение стекла для ареометра вычисляемый по формуле

$$K = 1 - 0{,}000025\,(T^{л}_{\rho} - 20) = 1 - 0{,}000025 \cdot (22\text{-}20) = 0{,}99995.$$

А.1.5 По градуировочной таблице резервуара определяют:

- объем продукта в резервуаре перед отпуском $V_{20i} = 10673{,}7$ m^3;
- объем продукта в резервуаре после отпуска $V_{20i+1} = 1108{,}2$ m^3;

А.1.6 Вычисляют массу продукта перед отпуском по формуле (8)

$$m_{Vi} = 10673{,}7 \cdot 787{,}0 \cdot [1 + (2 \cdot 12{,}5 \cdot 10^{-6} + 12{,}5 \cdot 10^{-6})(34 - 20)] \cdot [1 + 1 \cdot 10^{-3}(22 - 34)] \cdot 0{,}99995 = 8295{,}4 \text{ t}$$

А.1.7 Вычисляют массу продукта после отпуска по формуле (8)

$$m_{Vi+1} = 1108{,}2 \cdot 781{,}0 \cdot [1 + (2 \cdot 12{,}5 \cdot 10^{-6} + 12{,}5 \cdot 10^{-6})(32 - 20)] \cdot [1 + 1 \cdot 10^{-3}(22 - 32)] \cdot 0{,}99995 = 858{,}9 \text{ t}$$

А.1.8 Массу отпущенного продукта определяют по формуле (9)

O‘ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH,
NOUROFIQLASHTIRISH
VA DAVLAT NAZORATI
BOSHQARMASI

$$m_0 = 8295{,}4 - 858{,}9 = 7436{,}5 \text{ t}$$

А.2 Оценка погрешности измерений

А.2.1 Вычисляют значения коэффициента G_i перед отпуском продукта по формуле (14)

$$G_i = \frac{1 + 2 \cdot 1 \cdot 10^{-3} \cdot 34}{1 + 2 \cdot 1 \cdot 10^{-3} \cdot 22} = 1{,}023$$

А.2.2 Вычисляют относительную погрешность измерения уровня перед отпуском продукта по формуле

$$\delta H_i = \frac{\Delta H_i}{H_i} \cdot 100 = \frac{1}{11574} \cdot 100 = 0{,}01\%$$

А.2.3 Вычисляют относительную погрешность измерения плотности перед отпуском продукта по формуле

$$\delta \rho_i = \frac{\Delta \rho_п}{\rho^{п}_{изм.i}} \cdot 100 = \frac{0{,}5}{787{,}0} \cdot 100 = 0{,}06\ \%$$

А.2.4 Вычисляют значения A_i перед отпуском продукта по формуле (14)

$$A_i = \sqrt{0{,}2^2 + (1 \cdot 0{,}01)^2 + (1{,}023 \cdot 0{,}06)^2} = 0{,}21\%$$

А.2.5 Вычисляют значения B_i перед отпуском продукта по формуле (14)

$$B_i = \sqrt{(1{,}023 \cdot 1 \cdot 10^{-3} \cdot 10^2 \cdot 0{,}5)^2 + (1 \cdot 10^{-3} \cdot 10^2 \cdot 0{,}2)^2} = 0{,}23\%$$

А.2.6 Вычисляют значения коэффициента G_{i+1} после отпуска продукта по формуле (14)

$$G_{i+1} = \frac{1 + 2 \cdot 1 \cdot 10^{-3} \cdot 32}{1 + 2 \cdot 1 \cdot 10^{-3} \cdot 22} = 1{,}019$$

А.2.7 Вычисляют относительную погрешность измерения уровня после отпуска продукта по формуле

$$\delta H_{i+1} = \frac{\Delta H_{i+1}}{H_{i+1}} \cdot 100 = \frac{1}{1391} \cdot 100 = 0{,}07\%$$

А.2.8 Вычисляют относительную погрешность измерения плотности после отпуска продукта по формуле

$$\delta \rho_{i+1} = \frac{\Delta \rho_п}{\rho^{п}_{изм.i+1}} \cdot 100 = \frac{0{,}5}{781{,}0} \cdot 100 = 0{,}06\ \%$$

А.2.9 Вычисляют значения A_{i+1} после отпуска продукта по формуле (14)

$$A_{i+1} = \sqrt{0{,}2^2 + (1 \cdot 0{,}07)^2 + (1{,}019 \cdot 0{,}06)^2} = 0{,}22\%$$

O‘ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH,
METROLOGIYA VA DAVLAT NAZORATI
BOSHQARMASI

А.2.10 Вычисляют значения B_{i+1} после отпуска продукта по формуле (14)

$$B_{i+1} = \sqrt{\left(1{,}019 \cdot 1 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{2} \cdot 0{,}5\right)^2 + \left(1 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{2} \cdot 0{,}2\right)^2} = 0{,}23\%$$

А.2.11 Вычисляют пределы допускаемой относительной погрешности измерений массы продукта по формуле (14)

$$\delta m_0 = \pm 1{,}1\sqrt{\frac{(8295{,}4)^2}{(7436{,}4)^2}\left(0{,}21^2 + 0{,}23^2\right) + \frac{(858{,}9)^2}{(7436{,}4)^2}\left(0{,}22^2 + 0{,}23^2\right) + 0{,}1^2} = \pm 0{,}36\%$$

O‘ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH,
METROLOGIYA
VA BAYLAT NAZORATI
BOSHQARMASI

Библиография

[1]	Правила по межгосударственной стандартизации ПМТ 65-2003	Государственная система обеспечения единства измерений. Цистерны железнодорожные. Общие требования к методикам поверки объемным методом. М.: ИПК Издательство стандартов
[2]	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., август 1984 г.) API 2540	Коэффициенты сжимаемости для углеводородов
[3]	Рекомендации ГФУП ВНИИР по метрологии МИ 2153-2004	Государственная система обеспечения единства измерений. Плотность нефти. Требования к методикам выполнения измерений ареометром при учетных операциях.
[4]	Рекомендации ГФУП ВНИИР по метрологии МИ 2632-2001	Государственная система обеспечения единства измерений. Плотность нефти и нефтепродуктов и коэффициенты объемного расширения и сжимаемости. Методы и программа расчета.
[5]	Рекомендации ГФУП ВНИИР по метрологии МИ 1124-86	Государственная система обеспечения единства измерений. Вместимость стальных вертикальных цилиндрических резервуаров с теплоизоляцией. Методика выполнения измерений геометрическим методом.
[6]	Руководящий документ РД 50-156-79	Определение вместимости и градуировка железобетонных цилиндрических резервуаров со сборной стенкой вместимостью до 30000 m^3 геометрическим методом. М.: Издательство стандартов
[7]	Рекомендации ГФУП ВНИИР по метрологии МИ 2579-2000	Государственная система обеспечения единства измерений. Резервуары (танки) речных и морских наливных судов. Методика поверки объемным методом.
[8]	Рекомендации ГФУП ВНИИР по метрологии МИ 1001-99	Государственная система обеспечения единства измерений. Определение поправочного коэффициента на полную вместимость нефтеналивных танков судов при измерении объема нефти. Методика расчета

O'ZSTANDARTLASHTIRISH,
METROLOGIYA VA DAVLAT NAZORATI
BOSHQARMASI

[9]	Стандарт США ASTM D 1250-80	Стандартное руководство по применению таблиц измерения параметров нефти и нефтепродуктов
[10]	Международный стандарт ИСО 91/1-92	Нефть и нефтепродукты. Таблицы параметров при температуре 15 ^{O}C
[11]	Международный стандарт ИСО 91/2-92	Нефть и нефтепродукты. Таблицы параметров при температуре 20 ^{O}C
[12]	Рекомендация ГФУП ВНИИР по метрологии МИ 2741-2002	Государственная система обеспечения единства измерений. Объем нефти и нефтепродуктов. Таблицы коэффициентов пересчета объема к температуре 20 ^{O}C.
[13]	Рекомендация ГФУП ВНИИР по метрологии МИ 2880-2004	Государственная система обеспечения единства измерений. Плотность нефти при учетно-расчетных операциях. Программа и таблицы приведения плотности нефти к заданной температуре и давлению
[14]	Рекомендация ГФУП ВНИИР по метрологии МИ 2842-2003	Государственная система обеспечения единства измерений. Плотность светлых нефтепродуктов. Таблицы пересчета плотности к 15 ^{O}C и 20 ^{O}C и к условиям измерений объема.

O'ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH,
METROLOGIYA VA DAVLAT NAZORATI
BOSHBOSHMASI

УДК 53.089.6:621.642.2/3.001.4:531.73:006.354 ОКС 17.060

Ключевые слова: масса, масса брутто товарной нефти, нефтепродукты, методика выполнения измерений, измерения статические, мера полной вместимости, рулетка, термометр, плотность, погрешность

O‘ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH,
METROLOGIYA
VA DAVLAT NAZORATI
BOSHQARMASI

Директор ООО «ILMIY JORIY ETISH»,
канд. техн. наук — Х.А. Алланиязов

Научный сотрудник
ООО «ILMIY JORIY ETISH» — А.Х. Алланиязов

Старший научный сотрудник
НИО метрологии НИИСМС — Г.А. Газиев

O‘ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH,
KUZATUVLASHTIRISH
VA DAVLAT NAZORATI
BOSHQARMASI