



НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

Посуд лабораторний скляний

ПОСУД МІРНИЙ

Методи використання
та перевіряння місткості
(ISO 4787:1984, IDT)

ДСТУ ISO 4787:2009

Видання офіційне

БЗ № 1–2010/32



Київ
ДЕРЖСПОЖИВСТАНДАРТ УКРАЇНИ
2011

ПЕРЕДМОВА

1 ВНЕСЕНО: Національний науковий центр «Інститут метрології» (ННЦ «Інститут метрології») спільно з Технічним комітетом «Загальні норми і правила державної системи забезпечення єдності вимірювань» (ТК 63) Держспоживстандарту України

ПЕРЕКЛАД І НАУКОВО-ТЕХНІЧНЕ РЕДАГУВАННЯ: Г. Народницький, канд. фіз.-мат. наук

2 НАДАНО ЧИННОСТІ: наказ Держспоживстандарту України від 15 грудня 2009 р. № 452 з 2011-07-01

3 Національний стандарт відповідає ISO 4787:1984 Laboratory glassware — Volumetric glassware — Methods for use and testing of capacity (Посуд лабораторний скляний. Посуд мірний скляний. Методи використання та перевіряння місткості)

Ступінь відповідності — ідентичний (IDT)
Переклад з англійської (en)

4 УВЕДЕНО ВПЕРШЕ (зі скасуванням чинності в Україні ГОСТ 8.234-77)

Право власності на цей документ належить державі.
Відтворювати, тиражувати і розповсюджувати його повністю чи частково
на будь-яких носіях інформації без офіційного дозволу заборонено.
Стосовно врегулювання прав власності треба звертатися до Держспоживстандарту України

Держспоживстандарт України, 2011

ЗМІСТ

	С.
Національний вступ.....	IV
1 Сфера застосування	1
2 Нормативні посилання	1
3 Метод вимірювання.....	2
4 Терміни та визначення понять.....	2
5 Апаратура та матеріали	2
6 Чинники, які впливають на точність лабораторного мірного посуду	3
7 Установлення меніска	4
8 Тривалість зливання	4
9 Перевіряння	5
10 Використання	6
Додаток А Рекомендований метод очищування мірного скляного посуду	8
Додаток В Розраховування об'єму	8

НАЦІОНАЛЬНИЙ ВСТУП

Цей стандарт є тотожний переклад ISO 4787:1984 Laboratory glassware — Volumetric glassware — Methods for use and testing of capacity (Посуд лабораторний скляний. Посуд мірний скляний. Методи використання та перевіряння місткості).

Технічний комітет, відповідальний за цей стандарт, — ТК 63 «Загальні норми і правила державної системи забезпечення єдності вимірювань».

Цей стандарт містить вимоги, які відповідають чинному законодавству України.

До стандарту внесено такі редакційні зміни:

- слова «цей міжнародний стандарт» замінено на «цей стандарт»;
- структурні елементи стандарту: «Титульний аркуш», «Передмову», «Національний вступ», першу сторінку та «Бібліографічні дані» — оформлено згідно з вимогами національної стандартизації України;
- вилучено попередній довідковий матеріал «Передмову» до ISO 4787:1984;
- долучено структурний елемент «Зміст»;
- у розділі «Нормативні посилання» наведено «Національне пояснення», виділене в тексті рамкою;
- відповідно до вимог ДСТУ 3651.1–97 термін «коефіцієнт кубічного теплового розширення» замінено на «температурний коефіцієнт об'ємного розширення»;
- відповідно до вимог ДСТУ 3651.1–97 одиницю вимірювання густини «г/мл» замінено на «г/см³»;
- виправлено помилку оригіналу: в останньому реченні В.2.2 додано температурний коефіцієнт об'ємного розширення скла $25 \cdot 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$.

Міжнародний стандарт ISO 1042, на який є посилання в цьому стандарті, прийнято в Україні як національний стандарт ДСТУ ISO 1042:2005 Посуд лабораторний скляний. Колби мірні з однією позначкою (ISO 1042:1998, IDT). Інші міжнародні стандарти, на які є посилання в цьому стандарті, не прийнято в Україні як національні та чинних замість них немає.

Копії нормативних документів, на які є посилання в цьому стандарті, можна отримати в Головному фонді нормативних документів.

НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

ПОСУД ЛАБОРАТОРНИЙ СКЛЯНИЙ

ПОСУД МІРНИЙ

Методи використання та перевіряння місткості

ПОСУДА ЛАБОРАТОРНАЯ СТЕКЛЯННАЯ

ПОСУДА МЕРНАЯ

Методы использования и проверки вместимости

LABORATORY GLASSWARE

VOLUMETRIC GLASSWARE

Methods for use and testing of capacity

Чинний від 2011-07-01

1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

У цьому стандарті наведено методи перевіряння скляного мірного посуду, які забезпечують найвищу точність під час застосовування.

Міжнародні стандарти для окремих типів скляного мірного посуду мають розділи щодо визначення місткості, в яких достатньо детально описано методи визначення місткості. Цей стандарт дає додаткову інформацію щодо такого визначення.

Посуд малої місткості охоплює посуд місткістю від 0,1 мл до 2000 мл. До нього належать піпетки з однією позначкою, градуйовані вимірювальні піпетки, бюретки, вимірювальні колби, градуйовані вимірювальні циліндри. Для посуду місткістю менше ніж 0,1 мл наведені в цьому стандарті процедури з визначення місткості не рекомендовано.

Примітка 1. Перевіряння є процес, під час якого визначають відповідність окремого зразка вимогам стандарту та його похибку в одній або кількох точках.

Примітка 2. Цей стандарт не подає детального опису пікнометрів згідно з ISO 3507, однак процедури для визначення місткості скляного посуду, наведені нижче, здебільшого можуть бути застосовані для калібрування пікнометрів.

2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

ISO 384 Laboratory glassware — Principles of design and construction of volumetric glassware

ISO 385/1 Laboratory glassware — Burettes — Part 1: General requirements

ISO 385/2 Laboratory glassware — Burettes — Part 2: Burettes for which no waiting time is specified

ISO 385/3 Laboratory glassware — Burettes — Part 3: Burettes for which a waiting time of 30 s is specified

ISO 648 Laboratory glassware — One-mark pipettes

ISO 835/1 Laboratory glassware — Graduated pipettes — Part 1: General requirements

ISO 835/2 Laboratory glassware — Graduated pipettes — Part 2: Pipettes for which no waiting time is specified

ISO 835/3 Laboratory glassware — Graduated pipettes — Part 3 Pipettes for which a waiting time of 15 s is specified

ISO 835/4 Laboratory glassware — Graduated pipettes — Part 4 Blow-out pipettes

ISO 1042 Laboratory glassware — One-mark volumetric flasks

ISO 3507 Pyknometers

ISO 4788 Laboratory glassware — Graduated measuring cylinders

НАЦІОНАЛЬНЕ ПОЯСНЕННЯ

ISO 384 Посуд лабораторний скляний Принципи проектування та конструювання мірного скляного посуду

ISO 385/1 Посуд лабораторний скляний Бюретки Частина 1 Загальні вимоги

ISO 385/2 Посуд лабораторний скляний Бюретки Частина 2 Бюретки без встановленої тривалості очікування

ISO 385/3 Посуд лабораторний скляний Бюретки Частина 3 Бюретки з тривалістю очікування 30 с

ISO 648 Посуд лабораторний скляний Піпетки з однією позначкою

ISO 835/1 Посуд лабораторний скляний Піпетки градуйовані Частина 1 Загальні вимоги

ISO 835/2 Посуд лабораторний скляний Піпетки градуйовані Частина 2 Піпетки без встановленої тривалості очікування

ISO 835/3 Посуд лабораторний скляний Піпетки градуйовані Частина 3 Піпетки з тривалістю очікування 15 с

ISO 835/4 Посуд лабораторний скляний Піпетки градуйовані Частина 4 Піпетки видувні

ISO 1042 Посуд лабораторний скляний Колби мірні з однією позначкою

ISO 3507 Пікнометри

ISO 4788 Посуд лабораторний скляний Градуйовані мірні циліндри

3 МЕТОД ВИМІРЮВАННЯ

Метод вимірювання полягає у визначенні об'єму води, яка міститься в посуді або зливається з посуду Цей об'єм води обчислюють за значеннями маси та табульованої густини води

4 ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

У цьому стандарті застосовують такі терміни та визначення позначених ними понять (див також ISO 384)

4.1 одиниця об'єму (*unit of volume*)

Одиницею об'єму має бути кубічний сантиметр (см³) або, в окремих випадках, кубічний дециметр (дм³) чи кубічний міліметр (мм³), для яких можна використовувати інші назви, відповідно мілілітр (мл), літр (л) або мікролітр (мкл)

Примітка Термін «мілілітр» (мл) зазвичай використовують як спеціальну назву що відповідає кубічному сантиметру (см³) Також використовують назви «літр» (л) для кубічного дециметра (дм³) та «мікролітр» (мкл) для кубічного міліметра (мм³) відповідно до рішення 12-ї Генеральної конференції з метрології та вимірювань Термін «мілілітр» є загально прийнятим у міжнародних стандартах щодо місткості мірного скляного посуду, зокрема його використано в цьому стандарті

4.2 опорна температура (*reference temperature*)

Стандартизована опорна температура, тобто температура, за якої рідина номінального об'єму (номінальної місткості) міститься в лабораторному мірному посуді або зливається з посуду Ця температура має дорівнювати 20 °C

Примітка У тропічних країнах якщо потрібно працювати за температури довкілля яка значно перевищує 20 °C і ці країни не бажають використовувати стандартизовану опорну температуру 20 °C рекомендовано прийняти як опорну температуру 27 °C

5 АПАРАТУРА ТА МАТЕРІАЛИ

5.1 Ваги

Лабораторні ваги повинні мати достатню навантажувальну здатність для зважування посуду Розподільча здатність ваг є обмежувальним чинником для точності вимірювання Можна використовувати ваги з індикатором або рівноплечі, з відповідною розподільчою здатністю Ваги

повинні мати розподільчу здатність не більше ніж 0,1 від їхньої похибки, встановленої під час перевіряння. В інших випадках ваги має бути відкалібровано з потрібною точністю (див. 9.3). Ваги мають уможливлувати зважування посуду заданих розмірів.

5.2 Термометр

Термометр використовують для вимірювання температури води. Для нього границі допустимої похибки мають становити $\pm 0,1$ °C (див. 9.5).

5.3 Барометр

Барометр має забезпечувати вимірювання атмосферного тиску з потрібною точністю.

Примітка. Границі допустимої похибки показів барометра мають становити ± 1 мбар¹⁾.

5.4 Вода

Потрібно використовувати дистильовану воду загальної лабораторної призначеності.

6 ЧИННИКИ, ЯКІ ВПЛИВАЮТЬ НА ТОЧНІСТЬ ЛАБОРАТОРНОГО МІРНОГО ПОСУДУ

6.1 Вступ

Деякі джерела похибок спільні для перевіряння і для застосування. При цьому для одержання мінімальної похибки вимірювання необхідно забезпечити потрібну точність. Для забезпечення найбільшої точності вимірювання під час застосування посуду потрібно використовувати так само, як під час його перевіряння.

6.2 Температура

6.2.1 Температура посуду

Місткість скляного посуду змінюється зі зміною температури, зокрема температура, за якої посуд містить об'єм рідини, що дорівнює номінальній місткості, або такий об'єм з нього зливається, є опорною температурою для посуду (див. 4.2).

Примітка. Температурний коефіцієнт об'ємного розширення, який треба враховувати для вимірювання об'єму скляним посудом, перебуває в межах від $10 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ до $30 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$. Посуд, виготовлений із содо-вапняного скла, має температурний коефіцієнт об'ємного розширення $30 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, якщо посуд призначено для температури 20 °C, а використовують за температури 27 °C і похибка буде збільшуватися на значення приблизно 0,02 %, яке менше, ніж границі допустимої похибки більшості типів мірного скляного посуду. Опорна температура не є дуже важливою для практичного використання скляного посуду, але для забезпечення необхідної узгодженості (див. В.1.4) важливо точно визначити опорну температуру і температура посуду має їй відповідати.

6.2.2 Температура рідини

Температура води, потрібна для перевіряння мірного скляного посуду, має бути виміряна з похибкою не більше ніж 0,1 °C. Якщо температура води відрізняється від опорної температури, потрібно виконати коригування відповідно до додатка В.

Якщо скляним мірним посудом вимірюють об'єм розчинів, близьких за температурою, то в розрахунках треба використовувати значення однієї температури.

6.3 Чистота поверхні скла

Об'єм, який містить скляний посуд або який зливається з посуду, залежить від чистоти внутрішньої поверхні скляного посуду. Недостатня чистота може збільшити похибку через погане утворення меніска, зумовлене двома причинами:

- неповним змочуванням поверхні скла внаслідок утворення помітного кута між поверхнею рідини і склом замість стікання по дотичній до скла;
- загальним збільшенням радіуса кривизни внаслідок забруднення поверхні рідини, яке зменшує поверхневий натяг.

Недостатня чистота посуду, який застосовують для зливання рідини, може бути причиною адитивної похибки внаслідок утворення рідинної плівки, яка є не на всій поверхні та може поширюватися або зменшуватися.

Хімічне забруднення може спричинити похибки навіть у разі точних вимірювань.

Примітка. Невеликі залишки кисню, наприклад, можуть змінити концентрацію лужного розчину в посуді.

¹⁾ 1 мбар = 100 Па

Тому коли використовують посуд з пробкою в основі, особливу увагу потрібно приділяти чистоті основи посуду

Прийнятний метод очищування описано в додатку А. Встановити чи є скляний прилад достатньо чистим, можна за допомогою спостережень під час заливання. Зливний посуд краще заповнювати рідиною нижче градувальної лінії (крізь стоп-кран — бюретку та струменем — піпетку). Меніск рідини, що піднімається, не буде змінювати форму. Після зайвого заливання та відбирання назад невеликої кількості рідини (струменем у разі зливного посуду, скляною трубкою у разі наливного посуду) поверхня скла буде залишатися рівномірно змоченою і меніск не буде викривленим на його краях. Отже, досвідчений оператор може зробити висновок про чистоту скла посуду за формою меніска.

7 УСТАНОВЛЕННЯ МЕНІСКА (див. рисунок)

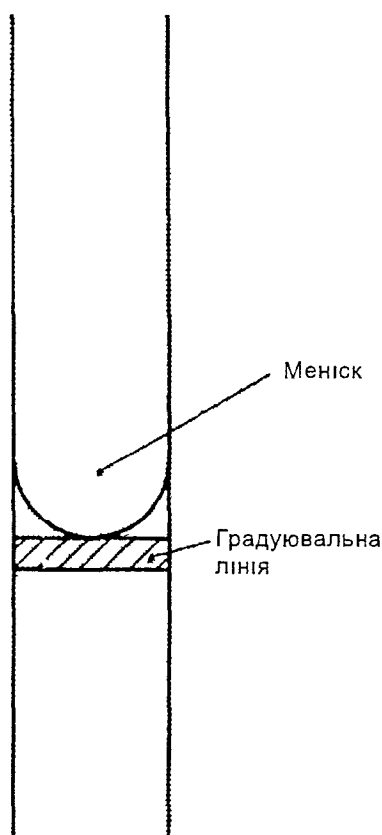


Рисунок — Положення меніска

Більшість вимог до скляного мірного посуду стосується принципів установлення або зчитування меніска (границі між повітрям та рідиною, об'єм якої вимірюють на опорній лінії або шкалі).

Положення меніска має бути таким, щоб площа найвищого краю горизонтальної градувальної лінії торкалася найнижчої точки меніска і збігалася з лінією зору в тій самій площині. Однак у випадку використання ртуті найвища точка меніска має перебувати на рівні найнижчого краю градувальної лінії. Коли посуд містить непрозору рідину, горизонтальна лінія зору має проходити на рівні верхнього краю меніска та, якщо потрібно, має бути зроблено відповідну корекцію (див. рисунок).

Освітлення має бути таким, щоб меніск здавався темним і мав чіткий контур. Тому оглядати треба на білому фоні та затуляти посуд від небажаного освітлення. Цього можна досягнути, наприклад, обгортанням смужкою чорного паперу навколо посуду на 1 мм нижче від сталого рівня рідини або за допомогою короткої чорної гумової трубки такого розміру, щоб міцно стискала посуд. Паралакса не виникне, якщо градувальна лінія має довжину, достатню для того, щоб бути видимою в передній та задній поверхнях посуду одночасно. На посуді з градувальною лінією тільки на передній поверхні паралакс може бути незначним, якщо встановлення рідини по верхньому краю лінії відбувається за допомогою чорної затемнювальної смужки, при цьому верхній край має бути в горизонтальній площині. У цьому разі погляд спрямовано так, щоб передня та задня поверхні верхнього краю градувальної лінії здавалися такими, що збігаються.

8 ТРИВАЛІСТЬ ЗЛИВАННЯ

Для всіх типів посуду, який використовують для зливання рідини, злитий об'єм завжди менше, ніж об'єм, який містить посуд, через те, що плівка рідини залишається на стінках посуду. Об'єм цієї плівки залежить від тривалості зливання рідини: чим менша тривалість зливання, тим більший об'єм рідини залишається. Отже, злитий з конкретного посуду об'єм може бути однаковим тільки за однієї тривалості зливання. Зміни об'єму рідини, яку зливають, більші, ніж зміни тривалості зливання. Створення умов, за яких тривалість зливання ніколи не буде меншою від певного значення, зумовить те, що об'єм залишків плівки буде достатньо малий і відхилення від номінальної тривалості зливання на практиці матиме незначний вплив на зливний об'єм та висушування після зливу буде дуже незначним.

Позитивний ефект може дати розподілення тривалості на значно коротшу тривалість зливання та тривалість очікування. Очікування відбувається без струменя рідини. Будь-яка зміна швидкості зливання буде спричинювати помилку в показах за шкалою.

Отже, у міжнародних стандартах зазначено тривалість зливання води для мірного скляного посуду. Границі тривалості зливання потрібно визначати так, щоб суттєва різниця в об'ємі не зумовлювалася незначною зміною тривалості зливання, наприклад, через сліди пилу. Проте на бюретках та піпетках класу А може бути маркування тривалості очікування та зливання. Такого напису вимагають у деяких країнах органи законодавчої метрології.

9 ПЕРЕВІРЯННЯ

9.1 Вступ

Посуд, який перевіряють, має бути чистим і заповненим чистою водою та має бути розміщеним без нахилу (див. додаток А). Наливний посуд треба висушити, наприклад, ополіскуванням етанолом та проходженням через потік гарячого повітря. Посуд, призначений для зливання рідини, має бути очищений.

9.2 Температурні умови

Усі перевіряння виконують у приміщенні, що має сталу температуру з відхилом не більше ніж $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ /год. Посуд та вода повинні мати таку саму температуру, як і температура приміщення.

9.3 Тара

Під час перевіряння посуд треба зважити (або зважити допоміжний посуд, якщо посуд призначено для зливання) з похибкою не більше ніж 10 % від похибки, наведеної нижче.

9.4 Заповнення

Посуд, призначений для вимірювання об'єму води, яку він містить (наливний), потрібно заповнити під час перевіряння до рівня кількох міліметрів над градуювальною лінією; остаточного положення води на лінії має бути досягнуто зливанням зайвої води струменем через скляну трубку, у випадку наливної піпетки — за допомогою фільтрувального паперу. Або стінки посуду під час перевіряння мають бути повністю змоченими на значній відстані вище градуювальної лінії. Посуд має бути заповнено на кілька міліметрів нижче градуювальної лінії. Посуд висушують протягом 2 хв; остаточне положення виставляють після видалення води на стінках посуду на висоті до 1 см вище градуювальної лінії з обертанням посуду для забезпечення однорідного висушування.

Посуд, призначений для зливання (зливний), потрібно для перевіряння закріпити у вертикальному положенні та заповнити на кілька міліметрів вище градуювальної лінії; всю рідину на стінках посуду потрібно видалити. Необхідного положення досягають зливанням рідини з посуду. Будь-яку краплю рідини, що прилипла до країв посуду, має бути видалено нахилом посуду в контакт з стінкою тари. Зливати у тарну зважувальну пляшку потрібно вільним потоком. Інші застережні заходи, необхідні для одержання коректного зливного об'єму, залежать від типу посуду, і їх описано у відповідних стандартах для різних типів скляного мірного посуду в розділах, що стосуються визначення місткості.

9.5 Зважування

Заповнений посуд або зважувальну пляшку має бути зважено з точністю, наведеною в 9.3, температуру води треба вимірювати термометром з похибкою $\pm 0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Потрібно зробити два зважування: I_L — заповненого посуду, I_E — порожнього посуду. Зазвичай I_E та I_L одержують в однакових умовах, але точне узгодження не потрібне. Можуть бути використані ваги з однією шалькою або двома. В останньому випадку посуд розміщують на протилежній шальці, використовуючи її як тару. Обидва зважування має бути виконано за короткий проміжок часу для забезпечення однакових умов. Температуру повітря в приміщенні під час зрівноважування та барометричний тиск потрібно реєструвати для подальших розрахунків.

Документація виробника посуду має відповідати вимогам вимірювань. Зважування потрібно виконувати уважно та швидко для зменшення втрат на випаровування, що є джерелом похибок. Балансування має бути зроблено ретельно. Зважувальний посуд має бути чистим, і треба уважно стежити за тим, щоб уникнути забруднення. Посуд можна, за потреби, витерти чистою бавовняною тканиною. На руках мають бути чисті бавовняні рукавички.

9.6 Оброблення результатів

Різниця між результатами першого та другого зважувань є позірною масою води, що міститься в посуді або зливається з посуду

Примітка Позірна маса одержана таким способом є масою, не скоригованою на плавучість

Для одержання об'єму, який міститься в посуді або злитий із посуду під час перевіряння за опорної температури по позірній масі води, має бути враховано такі чинники:

- а) густина води за температури перевіряння,
- б) теплове розширення скла за рахунок різниці температури перевіряння та опорної температури
- с) ефект плавучості в повітрі для води та для використаних гир

Методику розраховування об'єму посуду за опорної температури 20 °C, у якій ці чинники враховано, наведено в додатку В

10 ВИКОРИСТАННЯ

10.1 Вступ

У тих випадках, коли потрібно досягти найбільшої точності, під час використання посуду дотримуються тих самих умов, як під час перевіряння, і має бути відкориговано шкалу з урахуванням похибки. Перед застосуванням посуд має бути чистим (див. додаток А). Якщо під час перевіряння було встановлено відхилення вимірюваного об'єму від номінального, потрібно зробити відповідну корекцію.

10.2 Колби (див. ISO 1042)

Колби не потребують висушування після очищення та після промивання дистильованою водою для приготування стандартизованих водних розчинів.

Установлювання меніска на лінії має відбуватися за тих самих умов, що й перевіряння, і це можна проілюструвати наведеним нижче прикладом розведення водного розчину. У разі використання матеріалів, які розчиняються у воді, необхідно розчин потрусити і за потреби помірно нагріти. Пробку та міксер разом з колбою треба промити водою, щоб рівень рідини змінювався в межах 1 см від градувальної лінії, залишити колбу без кришки на 2 хв для того, щоб висохла рідина в горловині. Якщо це необхідно, потрібно зачекати деякий час для того, щоб розчин набув кімнатної температури, після чого кришку можна поставити на місце. Потім потрібно встановити нижню частину меніска на рівні менше ніж 1 см над градувальною лінією. Після цього треба ретельно потрусити колбу з закритою кришкою та встановити меніск на градувальній лінії в колбі.

10.3 Циліндри (див. ISO 4788)

Після очищення та висушування потрібно заповнити циліндр рідиною до рівня на кілька міліметрів вище лінії номінальної місткості або вибраної градувальної лінії. Після цього треба видалити залишок рідини за допомогою скляної трубки.

10.4 Бюретки (див. ISO 385/1, ISO 385/2, ISO 385/3)

Після очищення та промивання дистильованою водою потрібно промити бюретку (разом із запірним краном) реактивом.

Якщо бюретка недостатньо велика, щоб розмістити термометр у верхній її частині для спостереження за температурою рідини, термометр треба закріпити біля бюретки на трубці з затискачем.

Бюретку, закріплену в вертикальному положенні, треба заповнити без змочування стінок до рівня на кілька міліметрів вище нульової градувальної лінії. Якщо стінки змочилися, необхідно дати час для висушування перед установленням на нульову лінію. У крані і в струмені води не повинно бути бульбашок повітря, кран має бути наповненим рідиною, що витікає струменем.

Для зливання великою кількістю рідини від нульової позначки до найнижчої позначки з повністю відкритим запірним краном потрібно визначати тривалість зливання. Найкращої точності буде досягнуто, якщо використовують відкориговану шкалу, зливають крізь повністю відкритий кран, а край посуду не контактує, як під час перевіряння, з приймальним посудом або з поверхнею рідини в цьому посуді. Однак для титрування бажано знати приблизно який об'єм реактиву буде потрібний, а для цього необхідне попереднє титрування, якщо для цього достатньо матеріалів.

Якщо це неможливо, похибка буде не більше ніж $0,5 t$ мл, де t — похибка місткості, обумовлена тим, що тривалість титрування не перевищує тривалість зливання більше ніж на 60 с. Тривалість очікування, якщо її визначено, є часом до остаточного зливання. Тривалість зливання зазвичай не зазначають, коли виконують титрування, тому що титрування буде тривати довше, ніж зливання.

Наведені вище вимоги прийнятні у разі використання в бюретках прозорих та не дуже в'язких рідин, крім води. Дуже в'язкі рідини не можна використовувати в бюретках, тому що залишається багато рідини на стінках та мала швидкість потоку. Розводити водні розчини, однак, треба так, щоб у разі аналізування з вимірюванням об'єму не виникало значної похибки. Наприклад, використання розчинів з концентрацією 1 моль/л зумовлює похибку меншу, ніж похибка посуду класу А. Відповідно, 0,1 моль/л розчину зумовлює ще меншу похибку. Точність також погіршується, коли використовують неводні розчини, тому що їх поверхневий натяг може значно відрізнятись від поверхневого натягу води.

У разі використовування рідин, через недостатню прозорість яких у нижній частині меніска цю частину меніска не видно, можна виконувати вимірювання по верхньому краю меніска. Це дає меншу точність, ніж вимірювання по нижньому краю меніска.

10.5 Піпетки

10.5.1 Піпетки на зливання (див ISO 648 та ISO 835)

Після очищення та промивання дистильованою водою треба промити піпетки використанням реактивом.

Потім потрібно заповнити піпетки втягуванням рідини на кілька міліметрів вище нульової лінії або обраної градуовальної лінії.

УВАГА! Якщо піпетки заповнено будь-якими потенційно небезпечними рідинами, то використовувати піпетки треба так, щоб не створити небезпеки для оператора. Це правило треба застосовувати для отруйних, їдких та біологічних рідин через ризик інфікування.

Для того щоб правильно визначити об'єм зливої рідини, потрібно використовувати піпетки так, як зазначено в розділі «Визначення місткості» відповідного міжнародного стандарту.

Зазначену тривалість очікування має бути витримано до припинення контакту піпетки з приймальним посудом.

Тривалість очікування 3 с для піпеток на зливання струменем несуттєва і не потребує хронометрування, припиняти контакт піпетки з приймальним посудом потрібно одразу після встановлення меніска.

Краплю на кінці піпетки не потрібно видаляти, крім випадку використання «видувних» піпеток, у яких остання крапля входить до зливного об'єму (див ISO 835/4). Як і бюретки, піпетки не можуть бути використані для дуже в'язких рідин. Незначна похибка може виникати у разі використання розведених водних розчинів, які зазвичай застосовують у разі аналізувань з вимірюванням об'єму.

10.5.2 Піпетки, призначені для вимірювання об'єму рідини, що вони містять

Після очищення та промивання дистильованою водою піпетки потрібно висушити або промити їх реактивом. Заповнювати піпетки треба (див примітку до 10.5.1) до рівня над лінією повної місткості або над вибраною градуовальною лінією максимально близько до цих ліній. Щоб правильно визначити об'єм, виконують процедури, описані в розділі «Визначення місткості» відповідного міжнародного стандарту.

ДОДАТОК А

РЕКОМЕНДОВАНИЙ МЕТОД ОЧИЩУВАННЯ
МІРНОГО СКЛЯНОГО ПОСУДУ

A.1 Видиме забруднення потрібно видаляти зі скляного посуду механічно наприклад щіткою та струшуванням посуду з водою (якщо необхідно, за допомогою фільтрувального паперу) Як розчинник потрібно застосовувати бензин Посуд має бути майже повністю заповненим очищувальним мильним розчином, та його треба сильно струшувати Після цього потрібно ще раз промити дистильованою водою, доки всі сліди очищувального розчину не будуть видалені Відповідно до способу, описаного в 6.3, перевіряють, чи достатньо чисті стінки посуду

A.2 Якщо після такого оброблення стінки посуду недостатньо чисті, посуд потрібно наповнити однією з таких рідин

а) Сумішшю з рівних частин насиченого розчину біхромату калію та концентрованої сірчаної кислоти

УВАГА! Біхромат калію є потенційно небезпечним у разі контакту з органічними матеріалами, він уражає очі, дихальну систему і шкіру. Потрібно використовувати захисну маску для обличчя та рукавички під час роботи з біхроматом калію та кислотною сумішшю.

б) Сумішшю з рівних частин 30 г/л розчину перманганату калію (KMnO_4) та 1 моль/л розчину гідрату оксиду натрію (NaOH) У цьому випадку утвориться залишок MnO_2 , який може бути видалено розведеною соляною або щавлевою кислотою

Ці суміші потрібно витримати кілька годин

Посуд потрібно ополоснути дистильованою водою та знову перевірити чистоту стінок, якщо посуд недостатньо чистий, очищення треба повторити

A.3 Якщо посуд, очищений таким способом, не використовують, його має бути заповнено дистильованою водою

Примітка Як запобіжний захід рекомендовано не нагрівати скляний мірний посуд до температури значно вищої ніж $150\text{ }^\circ\text{C}$ Хоча температура напруження скла що використовують для вимірювання об'єму приблизно становить $500\text{ }^\circ\text{C}$ зміна об'єму може відбуватися за температури значно нижчої ніж температура напруження

ДОДАТОК В

РОЗРАХОВУВАННЯ ОБ'ЄМУ

B.1 Загальне розраховування

B.1.1 Загальна формула для розраховування об'єму за опорної температури $20\text{ }^\circ\text{C}$, V_{20} по позірній масі води, що міститься або яку зливають, така

$$V_{20} = (I_L - I_E) \left(\frac{1}{\rho_W - \rho_A} \right) \left(1 - \frac{\rho_A}{\rho_B} \right) (1 - \gamma(t - 20)), \quad (\text{B } 1)$$

де I_L — покази ваг під час зважування посуду з водою, г,
 I_E — покази ваг під час зважування порожнього посуду, г,
 ρ_A — густина повітря г/см³,
 ρ_B — дійсна щільність гир для зважування, виходячи з номінальної маси, або опорна щільність (див примітку), або, у разі використання електронних ваг без гир опорна щільність гир за якої їх було відрегульовано г/см³,
 ρ_W — густина води за температури $t\text{ }^\circ\text{C}$ г/см³,

- γ — температурний коефіцієнт об'ємного розширення матеріалу скляного посуду, який перевіряють, $^{\circ}\text{C}^{-1}$,
 t — температура води використаної під час перевіряння, $^{\circ}\text{C}$

Примітка Гирі відповідно до Міжнародних рекомендацій № 33 Міжнародної організації із законодавчої метрології (OIML) відрегульовано для одержання правильних результатів за умов якщо вони в повітрі та мають щільність $8\,0\text{ г/см}^3$. Електронне зрівноваження зазвичай виконують за допомогою цих гир

Відповідні значення для ρ_W , ρ_d та γ можна знайти в таблицях В 3, В 4, В 5 та в інших джерелах

В.1.2 Для того щоб дати уявлення про ступінь впливу різних параметрів на результати, у таблиці В 1 наведено похибки вимірювання параметрів та відповідні похибки визначення температури. Ці дані показують, що найбільш важливим чинником є температура води

Таблиця В 1 — Похибки вимірювання параметрів та відповідні похибки визначення об'єму

Параметр	Похибка вимірювання параметра	Похибка визначення об'єму
Температура води	$\pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\pm 10^{-4}$
Тиск повітря	$\pm 8\text{ мбар (0,8 кПа)}$	$\pm 10^{-5}$
Температура повітря	$\pm 2,5\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\pm 10^{-5}$
Відносна вологість	$\pm 10\text{ \%}$	$\pm 10^{-6}$
Щільність гир	$\pm 0,6\text{ г/см}^3$	$\pm 10^{-5}$

В.1.3 Найбільшим джерелом експериментальної похибки визначення об'єму є сприйняття положення меніска, яке залежить від уважності оператора, і його визначають за поперечним перерізом трубки, в якій є меніск. Деякі типові значення наведено в таблиці В 2

Таблиця В 2 — Експериментальна похибка, зумовлена меніском

Похибка в положенні меніска	Типовий діаметр горловини			
	5 мм	10 мм	20 мм	30 мм
$\pm 0,05\text{ мм}$	$\pm 1\text{ мкл}$	$\pm 4\text{ мкл}$	$\pm 16\text{ мкл}$	$\pm 35\text{ мкл}$
$\pm 0,1\text{ мм}$	$\pm 2\text{ мкл}$	$\pm 8\text{ мкл}$	$\pm 31\text{ мкл}$	$\pm 71\text{ мкл}$
$\pm 0,5\text{ мм}$	$\pm 10\text{ мкл}$	$\pm 39\text{ мкл}$	$\pm 157\text{ мкл}$	$\pm 353\text{ мкл}$
$\pm 1\text{ мм}$	$\pm 20\text{ мкл}$	$\pm 78\text{ мкл}$	$\pm 314\text{ мкл}$	$\pm 707\text{ мкл}$
$\pm 2\text{ мм}$	$\pm 39\text{ мкл}$	$\pm 157\text{ мкл}$	$\pm 628\text{ мкл}$	$\pm 1414\text{ мкл}$

В.1.4 Якщо температура, за якої використовують посуд (t_2), відрізняється від опорної температури (t_1), об'єм посуду за температури t_2 може бути визначено за формулою

$$V_{t_2} = V_{t_1} [1 + \gamma(t_2 - t_1)],$$

де γ — температурний коефіцієнт об'ємного розширення (див таблицю В 5)

В.2 Розраховування об'єму скляного посуду

В.2.1 Для полегшення розраховування об'єму скляного посуду за масою, яку одержано зважуванням з гирями, у таблицях В 6, В 7, В 8 та В 9 внесено поправкові значення залежно від температури. У цих таблицях наведено сумарний ефект густини води, теплового розширення води та плавучості

Змінені значення може бути одержано за формулою (В 1) у наведений нижче спосіб

Якщо добуток 2-го, 3-го і 4-го множників формули (В 1) становить Z , то формулу може бути записано так

$$V_{20} = (l_L - l_E) + V_n(Z - 1), \quad (\text{В } 2)$$

де V_n — номінальний об'єм посуду

У таблицях В 6, В 7 В 8 та В 9 наведено значення $V_n (Z - 1)$ для $V_n = 1000$ мл та таких параметрів

$\rho_A = 1,2$ кг/см³, $\rho_B = 8000,0$ кг/см³ (див примітку до В 1),

$\gamma = 10 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, $\gamma = 15 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, $\gamma = 25 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ та $\gamma = 30 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ відповідно

Значення $1,2$ кг/см³ для ρ_A є близьким до середнього і відповідає наприклад тиску повітря приблизно 975 мбар за температури 10 °С, 1015 мбар за температури 20 °С або 1055 мбар за температури 30 °С

Значення корекції для інших значень тиску та температури наведено в таблиці В 10. Ці значення використовують також для посуду з номінальною місткістю 1000 мл, і їх отримують за припущення, що повітря має відносну вологість 50 % та 0,04 % (за об'ємом) діоксиду вуглецю. Зазвичай відхилення від цих умов на практиці дає незначну похибку.

В.2.2 Значення величин, що залежать від температурного коефіцієнта об'ємного розширення для виміряної температури води, отримують з таблиць В 6, В 7, В 8 та В 9. Розрахунки мають бути доповнені значеннями позірної маси води в грамах за температури перевіряння, за якими обчислюють об'єм у мілілітрах для посуду місткістю 1000 мл за температури 20 °С. Дозволено відхил дійсної густини повітря від значення 0,0012 г/см³, а значення корекції вибирають з таблиці В 10. Скориговані значення додають (або віднімають, якщо від'ємне) до змінених значень з таблиць В 6, В 7, В 8 та В 9. Зміна значень для посуду іншої місткості має бути пропорційною.

За опорної температури 27 °С скоригованих значень має бути додано на 0,07 мл, 0,10 мл, 0,18 мл або 0,21 мл на 1000 мл для температурного коефіцієнта об'ємного розширення скла $10 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, $15 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, $25 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ або $30 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ відповідно.

Таблиця В 3 — Густина води, вільної від повітря

Температура °С	Густина г/см ³
15	0,999 098
16	0,998 941
17	0,998 773
18	0,998 593
19	0,998 403
20	0,998 202
21	0,997 990
22	0,997 768
23	0,997 536
24	0 997 294
25	0,997 043
26	0,996 782
27	0,996 511
28	0,996 232
29	0,995 943
30	0,995 645
31	0 995 339
32	0 995 024
33	0,994 701
34	0 994 369
35	0 994 030

Таблиця В 4 — Густина сухого повітря у грамах на кубічний сантиметр, за температури в діапазоні від 10 °C до 30 °C та абсолютного тиску від 930 мбар до 1040 мбар

$\rho_L(\rho, t) \cdot 10^3$

°C	930	940	950	960	970	980	990	1000	1010	1020	1030	1040
10	1,145	1,157	1,169	1,182	1,194	1,206	1,219	1,231	1,243	1,256	1,268	1,280
11	1,141	1,153	1,165	1,178	1,190	1,202	1,214	1,227	1,239	1,251	1,263	1,276
12	1,137	1,149	1,161	1,173	1,186	1,198	1,210	1,222	1,235	1,247	1,259	1,271
13	1,133	1,145	1,157	1,169	1,182	1,194	1,206	1,218	1,230	1,243	1,255	1,267
14	1,129	1,141	1,153	1,165	1,177	1,190	1,202	1,214	1,226	1,238	1,250	1,262
15	1,125	1,137	1,149	1,161	1,173	1,185	1,197	1,210	1,222	1,234	1,246	1,258
16	1,121	1,133	1,145	1,157	1,169	1,181	1,193	1,205	1,217	1,230	1,242	1,254
17	1,117	1,129	1,141	1,153	1,165	1,177	1,189	1,201	1,213	1,225	1,237	1,249
18	1,113	1,125	1,137	1,149	1,161	1,173	1,185	1,197	1,209	1,221	1,233	1,245
19	1,109	1,121	1,133	1,145	1,157	1,169	1,181	1,193	1,205	1,217	1,229	1,241
20	1,106	1,118	1,129	1,141	1,153	1,165	1,177	1,189	1,201	1,213	1,225	1,236
21	1,102	1,114	1,126	1,137	1,149	1,161	1,173	1,185	1,197	1,208	1,220	1,232
22	1,098	1,110	1,122	1,134	1,145	1,157	1,169	1,181	1,193	1,204	1,216	1,228
23	1,094	1,106	1,118	1,130	1,141	1,153	1,165	1,177	1,189	1,200	1,212	1,224
24	1,091	1,102	1,114	1,126	1,138	1,149	1,161	1,173	1,185	1,196	1,208	1,220
25	1,087	1,099	1,111	1,122	1,134	1,145	1,157	1,169	1,181	1,192	1,204	1,216
26	1,083	1,095	1,107	1,118	1,130	1,142	1,153	1,165	1,177	1,188	1,200	1,212
27	1,080	1,091	1,103	1,115	1,126	1,138	1,150	1,161	1,173	1,184	1,196	1,208
28	1,076	1,088	1,099	1,111	1,122	1,134	1,146	1,157	1,169	1,180	1,192	1,204
29	1,073	1,084	1,096	1,107	1,119	1,130	1,142	1,153	1,165	1,176	1,188	1,200
30	1,069	1,081	1,092	1,104	1,115	1,126	1,138	1,150	1,161	1,172	1,184	1,196

Таблиця В 5 — Температурний коефіцієнт об'ємного розширення δ

Матеріал	Температурний коефіцієнт об'ємного розширення $\delta \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \cdot 10^6$
Плавлений кремнезем (кварц)	1,6
Боросилкатне скло	10
Содо-вапняне скло	25

Таблиця В 6 — Корекція для посуду номінальною місткістю 1000 мл, виготовленого зі скла з температурним коефіцієнтом об'ємного розширення $10 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ (наприклад, з боросилкатного скла)

Температура води $t \text{ } ^\circ\text{C}$	0 0	0 1	0 2	0 3	0 4	0 5	0 6	0 7	0,8	0 9	Температура води $t \text{ } ^\circ\text{C}$
5	1 24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,25	1,25	5
6	1,25	1,25	1,25	1,26	1,26	1,26	1,27	1,27	1,27	1,27	6
7	1,28	1 28	1,29	1,29	1,29	1,30	1,30	1,31	1,31	1,32	7
8	1,32	1,33	1,33	1,34	1,34	1,35	1,35	1,36	1,37	1,37	8
9	1,38	1,39	1,39	1,40	1,41	1,41	1,42	1,43	1,43	1,44	9
10	1,45	1,46	1,47	1,47	1,48	1,49	1,50	1,51	1,52	1,53	10

Кінець таблиці В.6

Температура води $t, ^\circ\text{C}$	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	Температура води $t, ^\circ\text{C}$
11	1,53	1,54	1,55	1,56	1,57	1,58	1,59	1,60	1,61	1,62	11
12	1,63	1,64	1,65	1,66	1,67	1,69	1,70	1,71	1,72	1,73	12
13	1,74	1,75	1,77	1,78	1,79	1,80	1,81	1,83	1,84	1,85	13
14	1,86	1,88	1,89	1,90	1,92	1,93	1,94	1,96	1,97	1,99	14
15	2,00	2,01	2,03	2,04	2,06	2,07	2,09	2,10	2,12	2,13	15
16	2,15	2,16	2,18	2,19	2,21	2,22	2,24	2,26	2,27	2,29	16
17	2,30	2,32	2,34	2,35	2,37	2,39	2,40	2,42	2,44	2,46	17
18	2,47	2,49	2,51	2,53	2,54	2,56	2,58	2,60	2,62	2,64	18
19	2,65	2,67	2,69	2,71	2,73	2,75	2,77	2,79	2,81	2,83	19
20	2,84	2,86	2,88	2,90	2,92	2,94	2,96	2,98	3,01	3,03	20
21	3,05	3,07	3,09	3,11	3,13	3,15	3,17	3,19	3,22	3,24	21
22	3,26	3,28	3,30	3,32	3,35	3,37	3,39	3,41	3,43	3,46	22
23	3,48	3,50	3,53	3,55	3,57	3,59	3,62	3,64	3,66	3,69	23
24	3,71	3,74	3,76	3,78	3,81	3,83	3,86	3,88	3,90	3,93	24
25	3,95	3,98	4,00	4,03	4,05	4,08	4,10	4,13	4,15	4,18	25
26	4,20	4,23	4,26	4,28	4,31	4,33	4,36	4,39	4,41	4,44	26
27	4,47	4,49	4,52	4,55	4,57	4,60	4,63	4,65	4,68	4,71	27
28	4,73	4,76	4,79	4,82	4,85	4,87	4,90	4,93	4,96	4,99	28
29	5,01	5,04	5,07	5,10	5,13	5,16	5,18	5,21	5,24	5,27	29
30	5,30	5,33	5,36	5,39	5,42	5,45	5,48	5,51	5,54	5,57	30
31	5,60	5,63	5,66	5,69	5,72	5,75	5,78	5,81	5,84	5,87	31
32	5,90	5,93	5,96	6,00	6,03	6,06	6,09	6,12	6,15	6,18	32
33	6,22	6,25	6,28	6,31	6,34	6,38	6,41	6,44	6,47	6,50	33
34	6,54	6,57	6,60	6,63	6,67	6,70	6,73	6,77	6,80	6,83	34
35	6,87										

Таблиця В.7 — Корекція для посуду з номінальною місткістю 1000 мл, виготовленого зі скла з температурним коефіцієнтом об'ємного розширення $15 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ (наприклад, з нейтрального скла)

Температура води $t, ^\circ\text{C}$	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	Температура води $t, ^\circ\text{C}$
5	1,31	1,31	1,31	1,31	1,31	1,31	1,31	1,32	1,32	1,32	5
6	1,32	1,32	1,32	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,34	1,34	6
7	1,34	1,35	1,35	1,35	1,36	1,36	1,36	1,37	1,37	1,38	7
8	1,38	1,39	1,39	1,40	1,40	1,41	1,41	1,42	1,42	1,43	8
9	1,43	1,44	1,45	1,45	1,46	1,47	1,47	1,48	1,49	1,49	9
10	1,50	1,51	1,51	1,52	1,53	1,54	1,55	1,55	1,56	1,57	10
11	1,58	1,59	1,60	1,61	1,61	1,62	1,63	1,64	1,65	1,66	11
12	1,67	1,68	1,69	1,70	1,71	1,72	1,73	1,74	1,76	1,77	12
13	1,78	1,79	1,80	1,81	1,82	1,83	1,85	1,86	1,87	1,88	13

Кінець таблиці В.7

Температура води t , °C	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	Температура води t , °C
14	1,89	1,91	1,92	1,93	1,95	1,96	1,97	1,98	2,00	2,01	14
15	2,02	2,04	2,05	2,07	2,08	2,09	2,11	2,12	2,14	2,15	15
16	2,17	2,18	2,20	2,21	2,23	2,24	2,26	2,27	2,29	2,30	16
17	2,32	2,34	2,35	2,37	2,38	2,40	2,42	2,43	2,45	2,47	17
18	2,48	2,50	2,52	2,53	2,55	2,57	2,59	2,60	2,62	2,64	18
19	2,66	2,68	2,70	2,71	2,73	2,75	2,77	2,79	2,81	2,83	19
20	2,84	2,86	2,88	2,90	2,92	2,94	2,96	2,98	3,00	3,02	20
21	3,04	3,06	3,08	3,10	3,12	3,14	3,16	3,19	3,21	3,23	21
22	3,25	3,27	3,29	3,31	3,33	3,36	3,38	3,40	3,42	3,44	22
23	3,47	3,49	3,51	3,53	3,55	3,58	3,60	3,62	3,65	3,67	23
24	3,69	3,72	3,74	3,76	3,79	3,81	3,83	3,86	3,88	3,90	24
25	3,93	3,95	3,98	4,00	4,03	4,05	4,08	4,10	4,12	4,15	25
26	4,17	4,20	4,23	4,25	4,28	4,30	4,33	4,35	4,38	4,40	26
27	4,43	4,46	4,48	4,51	4,54	4,56	4,59	4,61	4,64	4,67	27
28	4,69	4,72	4,75	4,78	4,80	4,83	4,86	4,89	4,91	4,94	28
29	4,97	5,00	5,02	5,05	5,08	5,11	5,14	5,17	5,19	5,22	29
30	5,25	5,28	5,31	5,34	5,37	5,40	5,42	5,45	5,48	5,51	30
31	5,54	5,57	5,60	5,63	5,66	5,69	5,72	5,75	5,78	5,81	31
32	5,84	5,87	5,90	5,93	5,96	6,00	6,03	6,06	6,09	6,12	32
33	6,15	6,18	6,21	6,24	6,28	6,31	6,34	6,37	6,40	6,44	33
34	6,47	6,50	6,53	6,56	6,60	6,63	6,66	6,69	6,73	6,76	34
35	6,79										

Таблиця В.8 — Корекція для посуду з номінальною місткістю 1000 мл, виготовленого зі скла з температурним коефіцієнтом об'ємного розширення $25 \cdot 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$

Температура води t , °C	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	Температура води t , °C
5	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46	5
6	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46	1,47	1,47	1,47	1,47	6
7	1,47	1,48	1,48	1,48	1,48	1,49	1,49	1,49	1,49	1,50	7
8	1,50	1,50	1,51	1,51	1,52	1,52	1,52	1,53	1,53	1,54	8
9	1,54	1,55	1,55	1,56	1,56	1,57	1,58	1,58	1,59	1,59	9
10	1,60	1,61	1,61	1,62	1,63	1,63	1,64	1,65	1,65	1,66	10
11	1,67	1,68	1,68	1,69	1,70	1,71	1,72	1,73	1,73	1,74	11
12	1,75	1,76	1,77	1,78	1,79	1,80	1,81	1,82	1,83	1,84	12
13	1,85	1,86	1,87	1,88	1,89	1,90	1,91	1,92	1,93	1,94	13
14	1,95	1,97	1,98	1,99	2,00	2,01	2,03	2,04	2,05	2,06	14
15	2,07	2,09	2,10	2,11	2,13	2,14	2,15	2,17	2,18	2,19	15
16	2,21	2,22	2,23	2,25	2,26	2,28	2,29	2,30	2,32	2,33	16

Кінець таблиці В.8

Температура води $t, ^\circ\text{C}$	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	Температура води $t, ^\circ\text{C}$
17	2,35	2,36	2,38	2,39	2,41	2,42	2,44	2,46	2,47	2,49	17
18	2,50	2,52	2,54	2,55	2,57	2,58	2,60	2,62	2,63	2,65	18
19	2,67	2,69	2,70	2,72	2,74	2,76	2,77	2,79	2,81	2,83	19
20	2,84	2,86	2,88	2,90	2,92	2,94	2,96	2,97	2,99	3,01	20
21	3,03	3,05	3,07	3,09	3,11	3,13	3,15	3,17	3,19	3,21	21
22	3,23	3,25	3,27	3,29	3,31	3,33	3,35	3,37	3,39	3,41	22
23	3,44	3,46	3,48	3,50	3,52	3,54	3,56	3,59	3,61	3,63	23
24	3,65	3,67	3,70	3,72	3,74	3,76	3,79	3,81	3,83	3,86	24
25	3,88	3,90	3,93	3,95	3,97	4,00	4,02	4,04	4,07	4,09	25
26	4,12	4,14	4,16	4,19	4,21	4,24	4,26	4,29	4,31	4,34	26
27	4,36	4,39	4,41	4,44	4,46	4,49	4,51	4,54	4,56	4,59	27
28	4,62	4,64	4,67	4,69	4,72	4,75	4,77	4,80	4,83	4,85	28
29	4,88	4,91	4,93	4,96	4,99	5,01	5,04	5,07	5,10	5,12	29
30	5,15	5,18	5,21	5,24	5,26	5,29	5,32	5,35	5,38	5,40	30
31	5,43	5,46	5,49	5,52	5,55	5,58	5,61	5,64	5,66	5,69	31
32	5,72	5,75	5,78	5,81	5,84	5,87	5,90	5,93	5,96	5,99	32
33	6,02	6,05	6,08	6,11	6,14	6,17	6,20	6,24	6,27	6,30	33
34	6,33	6,36	6,39	6,42	6,45	6,48	6,52	6,55	6,58	6,61	34
35	6,64										

Таблиця В.9 — Корекція для посуду з номінальною місткістю 1000 мл, виготовленого зі скла з температурним коефіцієнтом об'ємного розширення $30 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ (наприклад, із содо-вапняного скла)

Температура води $t, ^\circ\text{C}$	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	Температура води $t, ^\circ\text{C}$
5	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53	5
6	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53	1,54	1,54	6
7	1,54	1,54	1,54	1,54	1,55	1,55	1,55	1,55	1,56	1,56	7
8	1,56	1,56	1,57	1,57	1,57	1,58	1,58	1,59	1,59	1,59	8
9	1,60	1,60	1,61	1,61	1,62	1,62	1,63	1,63	1,64	1,64	9
10	1,65	1,66	1,66	1,67	1,67	1,68	1,69	1,69	1,70	1,71	10
11	1,71	1,72	1,73	1,74	1,74	1,75	1,76	1,77	1,78	1,78	11
12	1,79	1,80	1,81	1,82	1,83	1,84	1,84	1,85	1,86	1,87	12
13	1,88	1,89	1,90	1,91	1,92	1,93	1,94	1,95	1,96	1,97	13
14	1,98	2,00	2,01	2,02	2,03	2,04	2,05	2,06	2,08	2,09	14
15	2,10	2,11	2,12	2,14	2,15	2,16	2,17	2,19	2,20	2,21	15
16	2,23	2,24	2,25	2,27	2,28	2,29	2,31	2,32	2,34	2,35	16
17	2,36	2,38	2,39	2,41	2,42	2,44	2,45	2,47	2,48	2,50	17
18	2,51	2,53	2,54	2,56	2,58	2,59	2,61	2,62	2,64	2,66	18
19	2,67	2,69	2,71	2,72	2,74	2,76	2,78	2,79	2,81	2,83	19

Кінець таблиці В.9

Температура води $t, ^\circ\text{C}$	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	Температура води $t, ^\circ\text{C}$
20	2,84	2,86	2,88	2,90	2,92	2,93	2,95	2,97	2,99	3,01	20
21	3,03	3,05	3,06	3,08	3,10	3,12	3,14	3,16	3,18	3,20	21
22	3,22	3,24	3,26	3,28	3,30	3,32	3,34	3,36	3,38	3,40	22
23	3,42	3,44	3,46	3,48	3,50	3,53	3,55	3,57	3,59	3,61	23
24	3,63	3,65	3,68	3,70	3,72	3,74	3,76	3,79	3,81	3,83	24
25	3,85	3,88	3,90	3,92	3,95	3,97	3,99	4,01	4,04	4,06	25
26	4,09	4,11	4,13	4,16	4,18	4,20	4,23	4,25	4,28	4,30	26
27	4,33	4,35	4,38	4,40	4,42	4,45	4,47	4,50	4,52	4,55	27
28	4,58	4,60	4,63	4,65	4,68	4,70	4,73	4,76	4,78	4,81	28
29	4,83	4,86	4,89	4,91	4,94	4,97	4,99	5,02	5,05	5,07	29
30	5,10	5,13	5,16	5,18	5,21	5,24	5,27	5,29	5,32	5,35	30
31	5,38	5,41	5,43	5,46	5,49	5,52	5,55	5,58	5,61	5,63	31
32	5,66	5,69	5,72	5,75	5,78	5,81	5,84	5,87	5,90	5,93	32
33	5,96	5,99	6,02	6,05	6,08	6,11	6,14	6,17	6,20	6,23	33
34	6,26	6,29	6,32	6,35	6,38	6,41	6,44	6,47	6,51	6,54	34
35	6,57										

Таблиця В.10 — Додаткова корекція взаємозалежності температури повітря та тиску для посуду з номінальною місткістю 1000 мл

Температура води, $^{\circ}\text{C}$	Тиск, мбар (кПа)															
	975	980	985	990	995	1 000	1 005	1 010	1 015	1 020	1 025	1 030	1 035	1 040	1 045	1 050
	(97,5)	(98)	(98,5)	(99)	(99,5)	(100)	(100,5)	(101)	(101,5)	(102)	(102,5)	(103)	(103,5)	(104)	(104,5)	(105)
5	+ 0,02	+ 0,02	+ 0,03	+ 0,03	+ 0,04	+ 0,04	+ 0,05	+ 0,06	+ 0,06	+ 0,07	+ 0,07	+ 0,08	+ 0,08	+ 0,09	+ 0,09	+ 0,10
6	+ 0,01	+ 0,02	+ 0,02	+ 0,03	+ 0,04	+ 0,04	+ 0,05	+ 0,05	+ 0,06	+ 0,06	+ 0,07	+ 0,07	+ 0,08	+ 0,08	+ 0,09	+ 0,10
7	+ 0,01	+ 0,01	+ 0,02	+ 0,03	+ 0,03	+ 0,04	+ 0,04	+ 0,05	+ 0,05	+ 0,06	+ 0,06	+ 0,07	+ 0,07	+ 0,08	+ 0,09	+ 0,09
8	+ 0,01	+ 0,01	+ 0,02	+ 0,02	+ 0,03	+ 0,03	+ 0,04	+ 0,04	+ 0,05	+ 0,05	+ 0,06	+ 0,07	+ 0,07	+ 0,08	+ 0,08	+ 0,09
9	—	+ 0,01	+ 0,01	+ 0,02	+ 0,02	+ 0,03	+ 0,03	+ 0,04	+ 0,04	+ 0,05	+ 0,06	+ 0,06	+ 0,07	+ 0,07	+ 0,08	+ 0,08
10	—	—	+ 0,01	+ 0,01	+ 0,02	+ 0,02	+ 0,03	+ 0,04	+ 0,04	+ 0,05	+ 0,05	+ 0,06	+ 0,06	+ 0,07	+ 0,07	+ 0,08
11	- 0,01	—	—	+ 0,01	+ 0,02	+ 0,02	+ 0,03	+ 0,03	+ 0,04	+ 0,04	+ 0,05	+ 0,05	+ 0,06	+ 0,06	+ 0,07	+ 0,07
12	- 0,01	—	—	+ 0,01	+ 0,01	+ 0,02	+ 0,02	+ 0,03	+ 0,03	+ 0,04	+ 0,04	+ 0,05	+ 0,05	+ 0,06	+ 0,06	+ 0,07
13	- 0,01	- 0,01	—	—	+ 0,01	+ 0,01	+ 0,02	+ 0,02	+ 0,03	+ 0,03	+ 0,04	+ 0,04	+ 0,05	+ 0,06	+ 0,06	+ 0,07
14	- 0,02	- 0,01	- 0,01	—	—	+ 0,01	+ 0,01	+ 0,02	+ 0,02	+ 0,03	+ 0,04	+ 0,04	+ 0,05	+ 0,05	+ 0,06	+ 0,06
15	- 0,02	- 0,02	- 0,01	- 0,01	—	+ 0,01	+ 0,01	+ 0,02	+ 0,02	+ 0,03	+ 0,03	+ 0,04	+ 0,04	+ 0,05	+ 0,05	+ 0,06
16	- 0,03	- 0,02	- 0,01	- 0,01	—	—	+ 0,01	+ 0,01	+ 0,02	+ 0,02	+ 0,03	+ 0,03	+ 0,04	+ 0,04	+ 0,05	+ 0,05
17	- 0,03	- 0,02	- 0,02	- 0,01	- 0,01	—	—	+ 0,01	+ 0,01	+ 0,02	+ 0,02	+ 0,03	+ 0,03	+ 0,04	+ 0,04	+ 0,05
18	- 0,03	- 0,03	- 0,02	- 0,02	- 0,01	- 0,01	—	—	+ 0,01	+ 0,01	+ 0,02	+ 0,02	+ 0,03	+ 0,04	+ 0,04	+ 0,05
19	- 0,04	- 0,03	- 0,03	- 0,02	- 0,02	- 0,01	- 0,01	—	+ 0,01	+ 0,01	+ 0,02	+ 0,02	+ 0,03	+ 0,03	+ 0,04	+ 0,04
20	- 0,04	- 0,04	- 0,03	- 0,02	- 0,02	- 0,01	- 0,01	—	—	+ 0,01	+ 0,01	+ 0,02	+ 0,02	+ 0,03	+ 0,03	+ 0,04
21	- 0,04	- 0,04	- 0,03	- 0,03	- 0,02	- 0,02	- 0,01	- 0,01	—	—	+ 0,01	+ 0,01	+ 0,02	+ 0,02	+ 0,03	+ 0,03
22	- 0,05	- 0,04	- 0,04	- 0,03	- 0,03	- 0,02	- 0,02	- 0,01	- 0,01	—	—	+ 0,01	+ 0,01	+ 0,02	+ 0,02	+ 0,03

Кінець таблиці В.10

Температура води, °C	Тиск, мбар (кПа)															
	975 (97,5)	980 (98)	985 (98,5)	990 (99)	995 (99,5)	1 000 (100)	1 005 (100,5)	1 010 (101)	1 015 (101,5)	1 020 (102)	1 025 (102,5)	1 030 (103)	1 035 (103,5)	1 040 (104)	1 045 (104,5)	1 050 (105)
23	-0,05	-0,05	-0,04	-0,04	-0,03	-0,03	-0,02	-0,02	-0,01	-0,01	—	+0,01	+0,01	+0,02	+0,02	+0,03
24	-0,06	-0,05	-0,04	-0,04	-0,03	-0,03	-0,02	-0,02	-0,01	-0,01	—	—	+0,01	+0,01	+0,02	+0,02
25	-0,06	-0,05	-0,05	-0,04	-0,04	-0,03	-0,03	-0,02	-0,02	-0,01	-0,01	—	—	+0,01	+0,01	+0,02
26	-0,06	-0,06	-0,05	-0,05	-0,04	-0,04	-0,03	-0,03	-0,02	-0,02	-0,01	-0,01	—	—	+0,01	+0,01
27	-0,07	-0,06	-0,06	-0,05	-0,05	-0,04	-0,04	-0,03	-0,03	-0,02	-0,02	-0,01	-0,01	—	—	+0,01
28	-0,07	-0,06	-0,06	-0,05	-0,05	-0,04	-0,04	-0,03	-0,03	-0,02	-0,02	-0,01	-0,01	—	—	+0,01
29	-0,07	-0,07	-0,06	-0,06	-0,05	-0,05	-0,04	-0,04	-0,03	-0,03	-0,02	-0,02	-0,01	-0,01	—	—
30	-0,08	-0,07	-0,07	-0,06	-0,06	-0,05	-0,05	-0,04	-0,04	-0,03	-0,03	-0,02	-0,02	-0,01	-0,01	—
31	-0,08	-0,08	-0,07	-0,07	-0,06	-0,06	-0,05	-0,05	-0,04	-0,04	-0,03	-0,03	-0,02	-0,02	-0,01	-0,01
32	-0,08	-0,08	-0,07	-0,07	-0,06	-0,06	-0,05	-0,05	-0,04	-0,04	-0,03	-0,03	-0,02	-0,02	-0,01	-0,01
33	-0,09	-0,08	-0,08	-0,07	-0,07	-0,06	-0,06	-0,05	-0,05	-0,04	-0,04	-0,03	-0,03	-0,02	-0,02	-0,01
34	-0,09	-0,09	-0,08	-0,08	-0,07	-0,07	-0,06	-0,06	-0,05	-0,05	-0,04	-0,04	-0,03	-0,03	-0,02	-0,02
35	-0,10	-0,09	-0,09	-0,08	-0,08	-0,07	-0,07	-0,06	-0,06	-0,05	-0,05	-0,04	-0,04	-0,03	-0,03	-0,02

Код УКНД 17.060

Ключові слова: мірний скляний посуд, місткість, об'єм рідини, перевіряння, похибка.

Редактор **О. Ніколаєнко**
Технічний редактор **О. Касіч**
Коректор **О. Опанасенко**
Верстальник **Т. Шишкіна**

Підписано до друку 21.09.2011. Формат 60 × 84 1/8.
Ум. друк. арк. 2,32. Обл.-вид. арк. 1,34. Зам. Ціна договірна.

Виконавець
Державне підприємство «Український науково-дослідний і навчальний центр
проблем стандартизації, сертифікації та якості» (ДП «УкрНДНЦ»)
вул. Святошинська, 2, м. Київ, 03115

Свідоцтво про внесення видавця видавничої продукції до Державного реєстру
видавців, виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції від 14.01.2006 серія ДК № 1647