

Редакція:

30.11.2004

НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

Якість води

ВИЗНАЧАННЯ НЕЗВ'ЯЗАНОГО ТА ЗАГАЛЬНОГО ХЛОРУ

Частина 3. Метод йодометричного титрування для визначання загального хлору

(ISO 7393-3:1990, IDT)

ДСТУ ISO 7393-3:2004

Видання офіційне

Київ

ДЕРЖСПОЖИВСТАНДАРТ УКРАЇНИ

2006

ПЕРЕДМОВА

1 ВНЕСЕНО: Технічний комітет стандартизації «Меліорація і водне господарство» (ТК 145)

ПЕРЕКЛАД І НАУКОВО-ТЕХНІЧНЕ РЕДАГУВАННЯ: Г. Онанко; Н. Пішель; Т. Хомуцька, канд. техн. наук; П. Хоружий, д-р техн. наук

2 НАДАНО ЧИННОСТІ: наказ Держспоживстандарту України від 30 листопада 2004 р. № 268 з 2006-04-01

3 Національний стандарт відповідає ISO 7393-3:1990 Water quality – Determination of free chlorine and total chlorine – Part 3: Iodometric titration method for the determination of total chlorine (Якість води. Визначання незв'язаного та загального хлору. Частина 3. Метод йодометричного титрування для визначання загального хлору)

Ступінь відповідності – ідентичний (IDT)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ВСТУП

Цей стандарт є тотожний переклад ISO 7393-3:1990 Water quality – Determination of free chlorine and total chlorine – Part 3: Iodometric titration method for the determination of total chlorine (Якість води. Визначання незв'язаного та загального хлору. Частина 3. Метод йодометричного титрування для визначання загального хлору).

ISO 7393-3:1990 був розроблений Технічним комітетом ISO/TC 147 «Якість води».

Відповідальним за цей стандарт є Технічний комітет стандартизації 145 «Меліорація і водне господарство».

Стандарт містить вимоги, які відповідають чинному законодавству України.

Цей стандарт не скасовує і не замінює будь-які інші національні стандарти.

До стандарту внесено такі редакційні зміни:

— слова «ця частина ISO 7393» замінено на «цей стандарт»;

— замінено одиниці об'єму «мл» на «см³» та «л» на «дм³» згідно із системою одиниць фізичних величин, прийнятою в Україні;

— у стандарті є посилання на ISO 5667-1, ISO 5667-2, які впроваджено в Україні як національні. Копії стандартів, на які є посилання у цьому стандарті, можна отримати в Головному фонді нормативних документів ДП «УкрНДНЦ»;

— «Бібліографію» доповнено «Національною приміткою», де подано переклад документа українською мовою. Національна примітка виділена рамкою;

— структурні елементи цього стандарту: «Обкладинку», «Передмову», «Національний вступ» та «Бібліографічні дані» – оформлено згідно з вимогами національної стандартизації України.

ВСТУП

ISO 7393 складається з трьох частин:

Частина 1. Титриметричний метод із застосуванням N,N-діетил-1,4-фенілендіаміну

Частина 2. Колориметричний метод із застосуванням N,N-діетил-1,4-фенілендіаміну для серійного контролю

Частина 3. Метод йодометричного титрування для визначання загального хлору.

НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

ЯКІСТЬ ВОДИ

ВИЗНАЧАННЯ НЕЗВ'ЯЗАНОГО ТА ЗАГАЛЬНОГО ХЛОРУ

Частина 3. Метод йодометричного титрування для визначання загального хлору

КАЧЕСТВО ВОДЫ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕСВЯЗАННОГО И ОБЩЕГО ХЛОРА

Часть 3. Метод йодометрического титрования для определения общего хлора

WATER QUALITY

DETERMINATION OF FREE CHLORINE AND TOTAL CHLORINE

Part 3. Iodometric titration method for the determination of total chlorine

Чинний від 2006-04-01

Цей стандарт описує метод титрування для визначання загального хлору у воді.

Цей метод застосовують для визначання концентрації хлору (Cl_2) від $0,01 \text{ мкмоль/дм}^3$ до $0,21 \text{ мкмоль/дм}^3$ (від $0,71 \text{ мг/дм}^3$ до 15 мг/дм^3).

Деякі речовини заважають визначанню (див. розділ 10).

У додатку В описано метод прямого титрування. Ним визначають концентрацію хлору, яка перевищує 7 мкмоль/дм^3 ($0,5 \text{ мг/дм}^3$) в обробленій питній воді.

2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

У тексті цього стандарту подано положення нижченаведених міжнародних стандартів, які є складовою частиною ISO 7393. На час публікації цього стандарту всі вказані видання були чинні. Всі стандарти підлягають перегляду. Деякі з них за взаємним погодженням лягли в основу цієї частини стандарту 7393. Її рекомендовано для вивчення можливості застосовування більшості видань стандартів, які наведено. Члени МЕК і МОС підтримують реєстри чинних міжнародних стандартів.

ISO 5667-1:1980 Water quality – Sampling – Part 1: Guidance on the design of sampling programmes

ISO 5667-2:1982 Water quality – Sampling – Part 1: Guidance on the sampling techniques.

НАЦІОНАЛЬНЕ ПОЯСНЕННЯ

ISO 5667-1:1980 Якість води. Відбирання проб. Частина 1. Настанова щодо розробляння програм відбирання проб

ISO 5667-2:1982 Якість води. Відбирання проб. Частина 2. Настанова щодо програм відбирання проб.

3 ТЕРМІНИ, ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ ТА ПОЗНАЧЕННЯ (див. таблицю 1)

Для кращого розуміння цього стандарту нижче викладено терміни та визначення понять.

3.1 незв'язаний хлор (*free chlorine*)

Хлор, який присутній у формі хлорноватистої кислоти, іону гіпохлориту чи розчиненого елементарного хлору

3.2 зв'язаний хлор (combined chlorine)

Частина загального хлору, що присутня у формі хлорамінів чи органічних хлорамінів

3.3 загальний хлор (*total chlorine*)

Хлор, наявний у формі незв'язаного або зв'язаного хлору, чи присутній у двох формах разом

3.4 хлораміни (*chloramines*)

Похідні амонію, утворені заміщенням одного, двох або трьох атомів водню атомами хлору (монохлорамін NH_2Cl , дихлорамін NHCl_2 , нітроген трихлорид NCl_3) та всі хлоровані похідні сполук органічного азоту.

Таблиця 1 – Терміни та синоніми відомих сполук

Термін	Синонім		Складові
Незв'язаний хлор	Незв'язаний хлор	Активний незв'язаний хлор	Елементарний хлор, хлорнуватиста кислота
		Потенційний незв'язаний хлор	Гіпохлорит
Загальний хлор	Загальний залишковий хлор		Елементарний хлор, хлорнуватиста кислота, гіпохлорит, хлораміни

4 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

Сутність методу полягає у взаємодії загального хлору з йодидом калію в кислому середовищі з виділенням незв'язаного йоду, який відразу ж відновлюється відомим надлишком стандартного розчину тіосульфату, попередньо доданого до розчину. Потім титрують надлишок тіосульфату стандартним розчином йодату калію.

5 РЕАКТИВИ

Під час виконання аналізів використовують лише реактиви відомого ступеню чистоти та воду, як вказано у 5.1.

5.1 Вода, що не містить хлору та відновників

Якість здемінералізованої чи здистильованої води визначається таким чином.

У дві конічні колби, місткістю 250 см^3 , що не адсорбують хлор (6), наливають:

а) у першу: 100 см^3 води, яку потрібно перевірити, та близько 1 г йодиду калію (5.2), 2 см^3 фосфорної кислоти (5.3) та 1 см^3 розчину крохмалю (5.6);

б) У другу: 100 см^3 води, яку потрібно перевірити, та близько 1 г йодиду калію (5.2), 2 см^3 фосфорної кислоти (5.3) та 1 см^3 розчину крохмалю (5.6). Додають 10 крапель $0,1\text{ г/дм}^3$ розчину гіпохлориту натрію (отриманого розчиненням технічного гіпохлориту натрію, концентрація якого визначена йодометрично).

Потрібно, щоб у першій колбі не з'являлось ніякого забарвлення, якщо вода не містить хлору, а у другій колбі з'явився блакитний колір.

Якщо здемінералізована або здистильована вода не має відповідної якості, треба її дехлорувати. Після періоду дехлорування треба ще раз перевірити якість результату.

Хлорування, яке провадять після дехлорування, описано у додатку А.

5.2 Кристали йодиду калію (KI)

5.3 Розчин фосфорної кислоти, $c(\text{H}_3\text{PO}_4) \approx 0,87\text{ моль/дм}^3$.

Розчиняють 64 см^3 фосфорної кислоти ($\rho = 1,69\text{ г/см}^3$) у воді, охолоджують та доводять до 1000 см^3 .

5.4 Стандартний титрований розчин йодату калію, $c(1/6\text{ KIO}_3) = 10\text{ ммоль/дм}^3$.

Зважують 0,36 г сухого йодату калію з точністю до 1 мг. Розчиняють у воді в мірній колбі місткістю 1000 см^3 , доводять до позначки водою та змішують.

5.5 Стандартний титрований розчин тіосульфату натрію, $c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 10\text{ ммоль/дм}^3$.

5.5.1 Готування

Розчиняють 2,48 г тіосульфату натрію у приблизно 250 см^3 води в мірній колбі місткістю 1000 см^3 . Доводять до позначки водою та змішують.

5.5.2 Калібрування

Розчин калібрують щодня або безпосередньо перед застосуванням таким чином.

Наливають 200 см^3 води (5.1) у конічну колбу місткістю 500 см^3 . Додають приблизно 1 г йодиду калію (5.2), а потім вводять за допомогою піпетки $10,0\text{ см}^3$ розчину

тіосульфату натрію (5.5.1) для калібрування, 2 см³ фосфорної кислоти (5.3) та 1 см³ розчину крохмалю (5.6). Відразу титрують стандартним титрованим розчином йоду калію (5.4), доки не з'явиться синє забарвлення, що не зникає протягом щонайменше 30 с. Зафіксуйте кількість йодату, яка була використана.

Фактичну концентрацію c_1 розчину тіосульфату натрію, виражену в ммоль/дм³, обчислюють за рівнянням:

де c_2 – концентрація стандартного титрованого розчину йодату калію, $[c(1/6 \text{ KIO}_3) = 10 \text{ ммоль/дм}^3]$;

V_1 – об'єм розчину тіосульфату натрію (5.5.1), який використано для визначання встановленого титра ($V_1 = 10 \text{ см}^3$), см³;

V_2 – об'єм стандартного титрованого розчину йодату калію, який використано під час титрування, см³.

5.6 Крохмаль, розчин 5 г/дм³, або подібний індикатор, що випускає промисловість.

6 АПАРАТУРА

Звичайна лабораторна апаратура та бюретка з тонким наконечником зі швидкістю подачі 30 крапель/см³, об'ємом до 25 см³, з ціною поділки 0,05 см³.

Примітка. Склопосуд готують, заповнюючи його розчином гіпохлориту натрію з концентрацією 0,1 г/дм³, потім через 1 год ретельно ополіскують здистильованою водою, що не містить хлору.

7 ВІДБИРАННЯ ТА ГОТУВАННЯ ПРОБ

Відбирають та готують проби згідно з ISO 5667-1 та ISO 5667-2.

8 МЕТОДИКА ВИЗНАЧАННЯ

8.1 Проба для тестування

Починають визначання відразу після відібрання проб. Уникають яскравого світла, не перемішують та не нагрівають.

Відбирають досліджувану пробу, об'єм якої не перевищує 200 см^3 та яка містить не більше $0,21\text{ ммоль/дм}^3$ (15 мг/дм^3) хлору. Якщо кількість загального хлору перевищує цю концентрацію, розбавляють досліджувану пробу водою (5.1) і відбирають частину досліджуваної проби, об'єм якої не перевищує 200 см^3 .

8.2 Визначання

Наливають досліджувану пробу (8.1) в конічну колбу місткістю 500 см^3 . Додають послідовно близько 1 г йодиду калію (5.2), 2 см^3 фосфорної кислоти (5.3), а потім вводять піпеткою $10,0\text{ см}^3$ (V_4) стандартного розчину тіосульфату натрію (5.5) і потім 1 см^3 розчину крохмалю (5.6).

ЗАСТОРОГА! Потрібно дотримуватися послідовності додавання реагентів, інакше можуть відбутися нестехіометричні перетворення гіпохлориту з тіосульфатом.

Відразу титрують стандартним титрованим розчином йодату калію (5.4), доки не з'явиться постійний блакитний колір, що не зникає принаймні протягом 30 с . Фіксують об'єм йодату калію (V_3), який був витрачений на титрування.

9 ОПРАЦЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ

9.1 Розрахунок

Концентрацію загального хлору, $c(\text{Cl}_2)$, виражену в мілімолях на дм^3 , розраховують за рівнянням:

де c_1 – фактична концентрація стандартного титрованого розчину тіосульфату натрію, ммоль/дм^3 (5.5);

c_2 – визначено в п. 5.5.2;

V_0 – об'єм досліджуваної перед розведенням проби, см^3 (8.1);

V_3 – об'єм стандартного розчину йодату калію (5.4), що використано під час титрування (8.2), см^3 ;

V_4 – об'єм стандартного титрованого розчину тіосульфату натрію (5.5), що використано під час титрування відповідно до 8.2 ($V_4 = 10\text{ см}^3$), см^3 .

Перехід від молярної до масової концентрації хлору, $\rho(\text{Cl}_2)$, що виражена в грамах на дм^3 , можна здійснити множенням молярної концентрації на коефіцієнт перерахунку 70,91:

де M – молярна маса, виражена у грамах на моль, хлору ($M = 70,91$ г/моль).

9.2 Повторність і відтворність

Наведені нижче дані стосуються лише прямого методу титрування.

Лабораторія контролю і захисту навколишнього середовища Агентства охорони навколишнього середовища США [1] оцінила метод прямого йодометричного титрування із застосуванням окису феніларсину як стандартного відновника тіосульфату натрію.

Для проб здистильованої води з концентраціями $c(\text{Cl}_2) = 3,5$ мкмоль/ дм^3 та $56,7$ мкмоль/ дм^3 [$\rho(\text{Cl}_2) = 0,25$ мг/ дм^3 та $4,02$ мг/ дм^3] загального хлору відносні стандартні відхили становлять відповідно $0,23$ % та $0,76$ %. Стосовно питної води, що вміщує $c(\text{Cl}_2) = 9,6$ мкмоль/ дм^3 [$\rho(\text{Cl}_2) = 0,68$ мг/ дм^3] загального хлору, відносний стандартний відхил становить $5,2$ %. У забрудненій воді точність набагато нижче. Для річкової води, що вміщує $c(\text{Cl}_2) = 4,2$ мкмоль/ дм^3 [$\rho(\text{Cl}_2) = 0,30$ мг/ дм^3] загального хлору, відносний стандартний відхил становить $9,7$ %.

Результати прямого титрування, опубліковані Британським відділом захисту довкілля [2], ґрунтуються на даних, одержаних в результаті порівнювання йодованого стандартного розчину калію з встановленими концентраціями хлору. Ці дані показали, що для концентрацій еквівалентного загального хлору $c(\text{Cl}_2) = 28,2$ мкмоль/ дм^3 [$\rho(\text{Cl}_2) = 2$ мг/ дм^3] відносні стандартні відхили становлять відповідно $2,2$ % і $3,7$ %, а для $c(\text{Cl}_2) = 282$ мкмоль/ дм^3 [$\rho(\text{Cl}_2) = 20$ мг/ дм^3] відносні стандартні відхили становлять відповідно $0,39$ % і $0,65$ %.

Результати, наведені вище, одержані аналогічними визначаннями в тій самій лабораторії, показують задовільну повторюваність методу. В усіх випадках застосовували метод прямого титрування (див. додаток В). Спроба дати кількісну характеристику відтворності методу розсиланням проб у різні лабораторії дали ненадійні результати через загальну нестійкість розчинів, які вміщують незв'язаний та зв'язаний хлор. Лише недавно було виявлено (Філіал підтримки якості Лабораторії контролювання і захисту навколишнього середовища Агентства охорони навколишнього середовища США [4]), що закупорена ампула з гіпохлоритом натрію в дуже чистій воді помітно тривка, якщо її зберігати в темноті. Подальше оцінювання різними Федеральними лабораторіями і лабораторіями

окремих штатів США дало аналітичну інформацію для часто застосовуваних методів, які наведені у таблиці 2.

10 ВПЛИВИ, ЩО ЗАВАЖАЮТЬ

Окислення йодид-іону до йоду відбувається не тільки завдяки хлору. Залежно від концентрації та хімічного потенціалу, окислення спричиняють всі окислювачі. Тому цей метод використовують лише у разі відсутності інших окислювачів, особливо таких, як бром, йод, бромамін, йодамін, озон, перекис водню, перманганат, йодат, бромат, хромат, діоксид хлору, хлорит, окислений манганіт, нітрит, іони заліза (III), іони міді (II) та іони марганцю (III).

Таблиця 2 – Аналітичні дані визначання незв'язаного хлору, що виконані різними лабораторіями

Дійсне значення концентрації хлору		Код методу ¹⁾	Кількість лабораторій	Середнє значення		Стандартний відхил	
$c(\text{Cl}_2)$	$\rho(\text{Cl}_2)$			мкмоль/ дм ³	мг/ дм ³	мкмоль/ дм ³	мг/дм ³
мкмоль/ дм ³	мг/дм ³						
7	0,50	A	3	9,2	0,65	5,1	0,36
		B	6	6,2	0,44	1,3	0,09
		C	7	6,8	0,48	1,8	0,13
		D	2	6,2	0,44	2,7	0,19
11,3	0,80	A	4	11,8	0,84	1,4	0,10
		B	10	10,9	0,77	1,1	0,08
		C	14	11,1	0,79	4,1	0,29
		D	6	11,6	0,82	1,3	0,09
15,5	1,10	A	4	15,9	1,13	1,6	0,11
		B	10	15,5	1,10	2,0	0,14
		C	14	16,2	1,15	5,5	0,39
		D	6	16,5	1,17	1,1	0,08
18,2	1,29	A	4	18,8	1,33	10,2	0,72
		B	6	18,6	1,32	1,3	0,09

		C	7	19,9	1,41	5,4	0,38
		D	2	20,0	1,42	0,6	0,04

1) А: йодометричне титрування

В: йодометричне амперометричне титрування

С: колориметричне визначання із застосуванням ДФД

Д: титрометричне визначання із застосуванням ДФД.

11 ЗВІТ ПРО ВИЗНАЧЕННЯ

У звіті про визначення має бути така інформація:

- а) посилання на цей стандарт;
- б) уся потрібна інформація для повного ідентифікування проби;
- с) результати та використаний метод визначання;
- д) подробиці будь-яких операцій, не внесених у цей стандарт або ті, які вважаються необов'язковими разом з будь-якими обставинами, що могли вплинути на результати.

ДОДАТОК А

(обов'язковий)

ГОТУВАННЯ ЧИСТОЇ ВОДИ ЗА ДОПОМОГОЮ ХЛОРУ

Щоб одержати воду бажаної якості, здемінералізовану або здистильовану, воду спочатку хлорують до вмісту хлору близько 10 ммоль/дм³ і зберігають у закупореному скляному бутлі не менш як 16 год. Потім цю воду дехлорують УФ-

опроміненням або під впливом сонячного світла протягом не менш як півгодини. Після цього перевіряють якість води, застосовуючи методику, описану в 5.1.

ДОДАТОК В

(довідковий)

МЕТОД ПРЯМОГО ТИТРУВАННЯ ДЛЯ ВИЗНАЧАННЯ ЗАГАЛЬНОГО ХЛОРУ У ВОДІ ІЗ НИЗЬКИМ ВМІСТОМ ОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН

В.1 Загальна частина

Цей додаток описує метод прямого титрування, який зазвичай використовують під час визначання загального хлору у чистій питній воді. Для відібраної проби у кількості 500 см³ треба, щоб мінімально допустима концентрація домішок становила 7 мкмоль/дм³ (0,5 мг/дм³). У разі інтерференції див. розділ 10.

В.2 Принцип

Окислення йодиду калію у розчині кислоти незв'язаним та зв'язаним хлором з виділенням йодиту, який усувають титруванням стандартним титрованим розчином тіосульфату натрію.

В.3 Реактиви

Див. розділ 5.

В.4 Прилади

Див. розділ 6.

В.5 Методика визначання

Див. 8.1.

В.5.1 Проба для тесту

Для концентрації загального хлору менш як 0,014 мкмоль/дм³ (1 мг/дм³) беруть 1000 см³; для концентрацій від 0,014 до 0,14 ммоль/дм³ (від 1 до 10 мг/дм³) беруть 500 см³; для більших концентрацій беруть пропорційно менше. Нотують кількість, яку взяли.

В.5.2 Визначання

Наливають пробу для тесту (В.5.1) у конічну колбу або у білу фарфорову чашку. Додають 2 см^3 фосфорної кислоти (5.3) для того, щоб знизити рівень рН до 2–3 та близько 1 г йодиду калію (5.2). Змішують та титрують на фоні стандартного титрованого розчину тіосульфату натрію (5.5), доки не з'явиться жовтий колір. Потім додають 1 см^3 розчину крохмалю. Продовжують титрування, доки не з'явиться блакитний колір. Занотуйте кількість використаного розчину тіосульфату (V_5).

В.6 Опрацювання результатів

Концентрацію загального хлору $c(\text{Cl}_2)$ у мілімолях на дм^3 розраховують за рівнянням:

де c_1 – фактична концентрація стандартного титрованого розчину тіосульфату натрію, ммоль/ дм^3 (5.5);

V_0 – об'єм досліджуваної проби перед розведенням, см^3 (8.1);

V_5 – об'єм стандартного титрованого розчину тіосульфату натрію (5.5), який використовують під час титрування відповідно до В.5.2, см^3 .

Значення молярної концентрації можна перерахувати у масову концентрацію, $\rho(\text{Cl}_2)$, за рівнянням:

де M – молярна маса хлору ($M = 70,91\text{ г/моль}$), г/моль.

- 1 Bender, D.F., Comparison of methods for the determination of total available residual chlorine in various sample matrices, Report No EPA-600/4-78-019. Cincinnati, Ohio 45268, USA, US Environmental Protection Agency (1978).
- 2 Department of Environment. Chemical disinfecting agents in waters and effluents, and chlorine demand – Methods for the examination of waters and associated materials. London, UK, HMSO (1980).
- 3 Hallinan, F.J., Thiosulphate titration for determining chlorine residuals, J. Am Chem. Soc. 61 (1939), p. 265.
- 4 Studies WS007 and WS008, Cincinnati, Ohio 45268, USA, Quality Assurance Branch, Environmental Monitoring and Support Laboratory, Office of Research and Development, US Environmental Agency (1980).
- 5 Wilson, V.A., Determination of available chlorine in hypochlorite solution by direct titration with sodium thiosulphate. Ind. Eng. Chem. Anal. Ed. 7 (1935), p. 44.

НАЦІОНАЛЬНЕ ПОЯСНЕННЯ

- 1 Бендер Д.Ф., Порівняння методів визначання загального наявного залишкового хлору в різних вибіркових матрицях. Доповідь No EPA-600/4-78-019. Цинциннаті. Огайо 45268, США, Агентство охорони навколишнього середовища (1978).
- 2 Відділення навколишнього середовища. Хімічні дезінфікувальні речовини у водах і промислових відходах та хлоропоглинання – Методи вивчення вод та взаємодійних речовин. Лондон, Великобританія, HMSO (1980).
- 3 Халінан Ф.Д., Тіосульфатне титрування для визначання залишків хлору, Американське хімічне товариство 61 (1939), ст.265.
- 4 Праці WS007 та WS008, Цинциннаті, Огайо 45268, США, Відділення гарантії якості, Лабораторія моніторингу та підтримки середовища, Міністерство науки та розвитку, Агентство навколишнього середовища США (1980).
- 5 Вільсон В.А., Визначання наявного хлору в розчині гіпохлориту прямим титруванням тіосульфатом натрію, Ind. Eng. Chem. Anal. Випуск 7 (1935), ст. 44.

Ключові слова: якість води, хімічний аналіз, метод об'ємного аналізування, визначання вмісту, хлор, метод титрування, повторність, відтворність.