



НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

**ДСТУ ISO 2808
(ISO 2808:2019, IDT)**

Фарби та лаки

ВИЗНАЧЕННЯ ТОВЩИНИ ПЛІВКИ

Проект, перша редакція

ЗМІСТ

	с.
Національний вступ.....	VI
Вступ до ISO 2808:2019.....	VI
Вступ.....	VI
1 Сфера застосування.....	1
2 Нормативні посилання.....	1
3 Терміни та визначення понять.....	1
4 Визначення товщини мокрої плівки.....	4
4.1 Загальні відомості.....	4
4.2 Механічні методи.....	4
4.2.1 Принцип.....	4
4.2.2 Сфера застосування.....	4
4.2.3 Загальні відомості.....	4
4.2.4. Метод 1А — гребінчастий прилад.....	4
4.2.5 Метод 1В — колісний прилад.....	5
4.2.6 Метод 1С — прилад з рухомим плунжером.....	6
4.3 Гравіметричний метод.....	7
4.3.1 Принцип.....	7
4.3.2 Сфера застосування.....	8
4.3.3 Загальні відомості.....	8
4.3.4 Метод 2 — за різницею маси.....	8
4.4 Фототермічний метод.....	8
4.4.1 Принцип.....	8
4.4.2 Сфера застосування.....	9
4.4.3 Загальні відомості.....	9
4.4.4 Метод 3 — визначення з використанням теплових властивостей.....	9
5 Визначення товщини сухої плівки.....	9
5.1 Загальні вимоги.....	9
5.2 Механічні методи.....	9
5.2.1 Принцип.....	9
5.2.2 Сфера застосування.....	10
5.2.3 Загальні вимоги.....	10
5.2.4 Метод 4А — за різницею товщини.....	10
5.2.5 Метод 4В — вимірювання глибини.....	12
5.2.6 Метод 4С — сканування профілю поверхні.....	14
5.3 Гравіметричний метод.....	15

5.3.1	Принцип.....	15
5.3.2	Сфера застосування	15
5.3.3	Загальні вимоги	15
5.3.4	Метод 2 — за різницею маси	15
5.4	Оптичні методи	15
5.4.1	Принцип.....	15
5.4.2	Сфера застосування	16
5.4.3	Загальні вимоги	17
5.4.4	Метод 6А — поперечний переріз.....	17
5.4.5	Метод 6В — клиноподібний зріз.....	17
5.4.6	Метод 6С — інтерферометрія білого світла.....	18
5.5	Магнітні методи.....	18
5.5.1	Принцип.....	18
5.5.2	Сфера застосування	18
5.5.3	Загальні вимоги	18
5.5.4	Метод 7А — магнітно-відривний прилад.....	18
5.5.5	Метод 7В.1 — магнітно-потоківий прилад	19
5.5.6	Метод 7В.2 — змінне магнітне поле, принцип магнітної індукції	20
5.5.7	Метод 7С — прилад вихрового струму	20
5.6	Радіологічний метод	21
5.6.1	Принцип.....	21
5.6.2	Сфера застосування	21
5.6.3	Загальні відомості.....	21
5.6.4	Метод 8 — метод розсіювання бета-випромінювання	21
5.7	Фототермічний метод.....	21
5.7.1	Принцип.....	21
5.7.2	Сфера застосування	22
5.7.3	Загальні відомості.....	22
5.7.4	Метод 9 — визначення з використанням теплових властивостей.....	22
5.8	Акустичний метод	22
5.8.1	Принцип.....	22
5.8.2	Сфера застосування	23
5.8.3	Загальні відомості.....	23
5.8.4	Метод 10 — ультразвуковий товщиномір.....	23
5.9	Електромагнітний метод	23
5.9.1	Метод 11 — терагерцовий метод.....	23
6	Визначення товщини шарів незатверджених порошкових фарб	24

6.1 Загальні відомості.....	24
6.2 Гравіметричний метод	25
6.2.1 Принцип.....	25
6.2.2 Сфера застосування	25
6.2.3 Загальні вимоги	25
6.2.4 Метод 12 — за різницею маси	25
6.3 Магнітні методи.....	25
6.3.1 Принцип.....	25
6.3.2 Сфера застосування	25
6.3.3 Загальні відомості.....	25
6.3.4 Метод 13А — магнітно-індукційний метод	25
6.3.5 Метод 13В — вихровий струм	26
6.4 Фототермічний метод.....	27
6.4.1 Принцип.....	27
6.4.2 Сфера застосування	27
6.4.3 Загальні відомості.....	27
6.4.4 Метод 14 — визначення з використанням теплових властивостей.....	27
7 Протокол випробування	28
Додаток А (довідковий) Огляд методів.....	29
Додаток В (довідковий) Вимірювання товщини плівки на шорстких поверхнях.....	32
Додаток С (довідковий) Чинники, що впливають на точність даних, отриманих під час вимірювання на дерев'яних субстратах.....	33
Бібліографія.....	35
Додаток НА (довідковий) Перелік національних стандартів України, ідентичних міжнародним та європейським нормативним документам, посилання на які є в цьому стандарті	37

НАЦІОНАЛЬНИЙ ВСТУП

Цей стандарт ДСТУ ISO 2808:2019 (ISO 2808:2019, IDT), прийнятий методом перекладу, — ідентичний щодо (версія en) ISO 2808:2019 «Paints and varnishes — Determination of film thickness» (Фарби та лаки. Визначення товщини плівки).

Технічний комітет, відповідальний за цей стандарт в Україні, — ТК 168 «Лаки та фарби».

Цей стандарт прийнято на заміну ДСТУ ISO 2808:2015, прийнятого методом підтвердження.

У стандарті зазначено 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», «Зміст», «Національний вступ» та першу сторінку — оформлено згідно з вимогами національної стандартизації України;
- вилучено попередній довідковий матеріал «Передмова до ISO 2808:2019»;
- у розділі 2 наведено «Національне пояснення», виділене рамкою;
- позначки одиниць вимірювання відповідають вимогам системи стандартів ДСТУ ISO 80000:2016 Величини та одиниці.

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

ВСТУП до ISO 2808:2019

Це п'яте видання скасовує та замінює четверте видання (ISO 2808:2007), яке було технічно переглянуто. Основні зміни порівняно з попереднім виданням є такими:

- терміни та визначення понять оновлено згідно з ISO 4618 та ISO/IEC Guide 99;
- переглянуто принцип;
- долучено метод 6С інтерферометра білого світла;
- долучено метод 11 терагерцової спектроскопії;
- адаптовано чинні методи до поточного стану метрології;
- переглянуто характеристики методів і процедур у додатку А;
- приведено у відповідність до сучасних стандартів інформацію в додатку А щодо точності окремих методів;
- оновлено посилання на стандарти щодо випробування та кондиціонування в додатку А;
- перенесено попередній розділ 7 щодо вимірювання товщини плівки на шорстких поверхнях до додатка В;
- долучено додаток С щодо чинників, які впливають на точність виконання вимірювань на деревині.

ВСТУП

У цьому стандарті послідовно перелічують (нумерують) окремі покриття у багат шаровій системі, визначаючи перше покриття, нанесене на субстрат, як покриття 1. У деяких інших стандартах, у яких наведено окремі методи випробування, нумерацію виконують у зворотному порядку.

1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

Цей національний стандарт наводить методи вимірювання товщини нанесених на поверхню покриттів. Наведено методи визначення товщини мокрої плівки, товщини сухої плівки та товщини шару незатверджених порошкових фарб.

У цьому стандарті наведено огляд сфери застосування кожного зазначеного методу, чинні стандарти й точність вимірювань.

Інформацію щодо вимірювання товщини плівки на шорстких поверхнях наведено в додатку В, інформацію щодо вимірювання товщини плівки на деревинних поверхнях — в додатку С.

2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

Наведені нижче нормативні документи потрібні для застосування цього стандарту. У разі датованих посилань застосовують тільки наведені видання. У разі недатованих посилань треба користуватись останнім виданням нормативних документів (разом зі змінами).

ISO 463 Geometrical Product Specifications (GPS) — Dimensional measuring equipment — Design and metrological characteristics of mechanical dial gauges

ISO 4618:2006 Paints and varnishes — Terms and definitions

ISO 8503-1 Preparation of steel substrates before application of paints and related products — Surface roughness characteristics of blast-cleaned steel substrates — Part 1: Specifications and definitions for ISO surface profile comparators for the assessment of abrasive blast-cleaned surfaces.

НАЦІОНАЛЬНЕ ПОЯСНЕННЯ

ISO 463 Геометричні характеристики виробів (GPS). Прилади для вимірювання розмірів. Конструкція та метрологічні характеристики механічних приладів з рухомим плунжером

ISO 4618. Фарби та лаки. Терміни та визначення понять

ISO 8503-1 Підготування сталевих поверхонь перед нанесенням фарб та подібної продукції. Характеристики шорсткості сталевих поверхонь струминного очищення. Частина 1. Технічні характеристики та визначення для порівняння ISO профілів для оцінювання поверхонь абразивоструминного очищення.

3 ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

У цьому стандарті вжито терміни та визначення понять згідно з ISO 4618, а також такі.

ISO та IEC підтримують термінологічні бази даних для застосування в стандартизації за такими адресами:

— ISO онлайн-платформа перегляду файлів: режим доступу <https://www.iso.org/obp>;

— IEC Electropedia: режим доступу <http://www.electropedia.org>

3.1 товщина плівки (*film thickness*)

Відстань між поверхнею плівки та поверхнею субстрату

3.2 товщина мокрої плівки (*wet-film thickness*)

Товщина щойно нанесеного мокрого лакофарбового матеріалу, виміряна одразу після його нанесення

3.3 товщина сухої плівки (*dry-film thickness*)

Товщина покриття, що залишається на поверхні після його затвердіння

3.4 товщина шару незатвердженого порошкового лакофарбового матеріалу (*thickness of uncured powder layer*)

Товщина щойно нанесеного порошкового лакофарбового матеріалу, виміряна одразу після нанесення та до спікання

3.5 відповідна площа поверхні (*relevant surface area*)

Частина виробу, на яку нанесено чи буде нанесено покриття та для якої покриття є важливим щодо експлуатаційних властивостей та/або зовнішнього вигляду.

Примітка 1. Вимірювання цієї властивості потрібно лише для розширеного аналізу результатів вимірювання товщини плівки (розділ 7, к) та л))

3.6 випробовувана ділянка (*test area*)

Представницька частина відповідної ділянки поверхні, у межах якої виконано погоджену кількість одиничних точкових вимірювань.

Примітка 1. Вимірювання цієї властивості потрібно лише для розширеного аналізу результатів вимірювання товщини плівки (розділ 7, к) та л))

3.7 вимірювана ділянка (*measurement area*)

Площа, на якій виконано одиничне вимірювання.

Примітка 1. Вимірювання цієї властивості потрібно лише для розширеного аналізу результатів вимірювання товщини плівки (розділ 7, к) та л))

3.8 мінімальна локальна товщина плівки (*minimum local film thickness*)

Найменше значення товщини плівки, отримане на відповідній ділянці поверхні певного досліджуваного зразка.

Примітка 1. Вимірювання цієї властивості потрібно лише для розширеного аналізу результатів вимірювання товщини плівки (розділ 7, к) та л))

3.9 максимальна локальна товщина плівки (*maximum local film thickness*)

Найбільше значення товщини плівки, отримане на відповідній ділянці поверхні певного досліджуваного зразка.

Примітка 1. Вимірювання цієї властивості потрібно лише для розширеного аналізу результатів вимірювання товщини плівки (розділ 7, к) та л))

3.10 середня товщина плівки (*mean film thickness*)

Середнє арифметичне всіх окремих значень товщини сухої плівки (3.3) на випробовуваній ділянці чи результат гравіметричного визначення товщини.

Примітка 1. Вимірювання цієї властивості потрібно лише для розширеного аналізу результатів вимірювання товщини плівки (розділ 7, к) та л))

3.11 калібрування (*calibration*)

Операція, за допомогою якої за заданих умов на першому етапі встановлюють співвідношення між значеннями величини, забезпечуване еталонами з притаманними їм невизначеностями вимірювань, та відповідними показами з пов'язаними з ними невизначеностями вимірювань, а на другому етапі ці дані використовують, щоб установити співвідношення для отримання результату вимірювання з показу.

Примітка 1. Калібрування може бути виражено у вигляді значення, калібрувальної функції, калібрувальної діаграми, калібрувальної кривої чи калібрувальної таблиці. В окремих випадках калібрування може містити адитивну чи мультиплікативну поправку до показів з відповідною невизначеністю.

Примітка 2. Калібрування не потрібно плутати ні з регулюванням вимірювальної системи, яке часто помилково називають «самокалібрування», ні з підтвердженням калібрування.

Примітка 3. Часто лише перший етап у наведеному вище визначенні сприймається як калібрування.

[Джерело: ISO/IEC Guide 99:2007, 2.39]

3.12 верифікація (*verification*)

Забезпечення об'єктивного підтвердження, що певний об'єкт відповідає встановленим вимогам.

Приклад 1. Підтвердження того, що певний стандартний зразок, як заявлено, є однорідним для матеріалів масою до 10 мг щодо значення величини та відповідної методики вимірювання.

Приклад 2. Підтвердження того, що експлуатаційні характеристики чи законодавчі вимоги до вимірювальної системи досягнуто.

Приклад 3. Підтвердження того, що плановану невизначеність вимірювань може бути досягнуто.

Примітка 1. У доречних випадках потрібно взяти до уваги невизначеність вимірювання.

Примітка 2. Об'єктом можуть бути, наприклад, процес, процедура вимірювання, матеріал, суміш (сполука) чи вимірювальна система.

Примітка 3. Зазначені вимоги можуть бути, наприклад, такими, що відповідають специфікації виробника.

Примітка 4. У сфері законодавчо регульованої метрології, як визначено у VIML, та загалом під час оцінювання відповідності верифікація стосується перевірення та маркування та/або видачі сертифіката про перевірку системи вимірювання.

Примітка 5. Верифікацію не потрібно плутати з калібруванням. Не кожна верифікація є валідацією.

Примітка 6. У хімії верифікація ідентичності об'єкта чи реакції вимагає опису структури або властивостей такого об'єкта чи реакції.

[Джерело: ISO/IEC Guide 99:2007, 2.44]

3.13 стандартний зразок (*reference material*)

Матеріал, досить однорідний та стабільний за визначеними властивостями, які були встановлено, щоб він був прийнятний для його застосування за призначенням під час вимірювання чи дослідження номінальних властивостей.

Примітка 1. Дослідження якісної властивості забезпечує значення цієї властивості та пов'язану з ним невизначеність. Ця невизначеність не є невизначеністю вимірювань.

Примітка 2. Стандартні зразки з визначеними чи не визначеними значеннями величини можна використовувати для контролювання точності вимірювань, тоді як лише стандартні зразки з визначеними значеннями величини можна використовувати для калібрування чи контролювання правильності вимірювань.

Примітка 3. Поняття стандартний зразок охоплює матеріали, що поєднують значення та номінальні властивості.

Приклад 1. Приклади стандартних зразків, що втілюють величини:

- a) вода встановленого ступеня чистоти, динамічну в'язкість якої використовують для калібрування віскозиметрів;
- b) сироватка крові людини без заданого значення концентрації вмісту речовини — молярної частки власного холестерину, використовувана тільки як матеріал для контролювання точності вимірювань;
- c) тканина риби, що містить установлену масову частку діоксину, використовувану для калібрування.

Приклад 2. Приклади стандартних зразків, що втілюють номінальні властивості:

- a) кольорова діаграма із зазначенням одного чи кількох заданих кольорів;
- b) ДНК, що містить задану нуклеотидну послідовність;
- c) сеча, що містить 19-андростендіон.

Примітка 4. Стандартний зразок іноді включають до складу спеціально створеного пристрою.

Приклад 3. Речовина з відомою потрібною точкою у пристрої для визначення потрібної точки.

Приклад 4. Скло з відомою оптичною густиною в тримачі світлофільтра.

Приклад 5. Сферичні частинки одного розміру, розміщені на предметному склі мікроскопа.

Примітка 5. Деякі стандартні зразки мають установлені значення величини, метрологічно простежувані до позасистемної одиниці виміру. До таких матеріалів відносять вакцини, яким Міжнародні одиниці (IU) приписують Всесвітньою організацією охорони здоров'я.

Примітка 6. У цьому вимірюванні такий стандартний зразок можна використовувати лише або для калібрування, або для забезпечення якості.

Примітка 7. Специфікація на стандартний зразок має охоплювати простежуваність цього матеріалу, яка показує його походження та оброблення (Accred. Qual. Assur.:2006).

Примітка 8. ISO/REMCO має аналогічне визначення, але використовує термін «процес вимірювання» для позначення дослідження (ISO 15189: 2007, 3.4), що охоплює як вимірювання величини, так і дослідження номінальної (якісної) властивості.

Примітка 9. Стандартні зразки можуть бути окремими прокладками чи з еталонним покриттям певної товщини. Як стандарт товщини для конкретної роботи за погодженням між договірними сторонами можна використовувати частину досліджуваного зразка.

[ДЖЕРЕЛО: ISO/IEC Guide:2007, 5.13, змінено — додано примітку 9 до терміна]

3.14 налаштування (*adjustment*); налаштування системи вимірювання (*adjustment of a measuring system*)

Сукупність операцій, що виконують у вимірювальній системі для того, щоб вона забезпечувала встановлені показники, що відповідають заданим значенням величини, яка підлягає вимірюванню.

Примітка 1. Види налаштування вимірювальної системи охоплюють: налаштування нуля вимірювальної системи, введення коригування та регулювання діапазону (іноді називають коригуванням коефіцієнта посилення).

Примітка 2. Налаштування вимірювальної системи не потрібно плутати з калібруванням, що є потрібною умовою налаштування.

Примітка 3. Після налаштування вимірювальної системи вимірювальну систему зазвичай потрібно повторно відкалібрувати.

Примітка 4. Більшість електронних вимірювальних інструментів може бути налаштовано за зразком товщини чи прокладкою, якщо товщину покриття чи прокладки відомо.

[Джерело: ISO/IEC Guide 99:2007, 3.11, змінено — додано примітку 4 до терміна, а термін «налаштування» використовують як перший бажаний термін]

3.15 точність (*accuracy*)

Точність вимірювання; вимірювальна точність; відповідність виміряного значення величини дійсному значенню вимірюваної величини.

Примітка 1. Поняття «точність вимірювання» не є величиною й тому його не задають числовим значенням величини. Припускають, що вимірювання є точнішим, коли воно має меншу похибку вимірювання.

Примітка 2. Термін «точність вимірювання» не потрібно використовувати для достовірності вимірювання, а термін «прецизійність вимірювання» не потрібно використовувати для точності вимірювання, хоча остання пов'язана з обома цими поняттями.

Примітка 3. Під точністю вимірювання іноді слід розуміти близькість між вимірюваними значеннями величинами, які може бути віднесено до вимірюваної величини.

[Джерело: ISO/IEC Guide 99:2007, 2.13, модифіковано — «точність» використано як кращий термін]

4 ВИЗНАЧЕННЯ ТОВЩИНИ МОКРОЇ ПЛІВКИ

4.1 Загальні відомості

У додатку А наведено методи, застосовувані для визначення товщини мокрої плівки.

4.2 Механічні методи

4.2.1 Принцип

За механічними методами вимірювальний інструмент (див. рисунки 1, 2 та 3, виноска 4) проходить крізь покриття, яке знаходиться на поверхні субстрату. Різниця між точками контакту (субстрат, див. рисунки 1, 2 та 3, виноска 1) та поверхнею покриття, якої зверху доторкнувся вимірювальний прилад (рисунки 1, 2 та 3, виноска 3), відповідає зчитуваній товщині мокрої плівки.

4.2.2 Сфера застосування

Механічний принцип прийнятно для всіх комбінацій «плівка–субстрат». Субстрат має бути плоским щонайменше в одному напрямку на ділянці, де виконують вимірювання. Допустимо кривизну поверхні в одній площині (наприклад, внутрішня чи зовнішня поверхня труби).

4.2.3 Загальні відомості

Віднесення до руйнівних чи неруйнівних методів залежить від:

- a) реологічних властивостей лакофарбового матеріалу;
- b) здатності лакофарбового матеріалу до змочування контактних поверхонь вимірювального інструменту;
- c) придатності покриття для його подальшого застосування за призначенням після вимірювання товщини.

Оскільки між приладом і субстратом можуть залишатися тверді частинки, усі механічні методи містять систематичну похибку: отримане значення товщини покриття є меншим, ніж дійсне значення товщини мокрої плівки щонайменше на середній розмір твердих частинок.

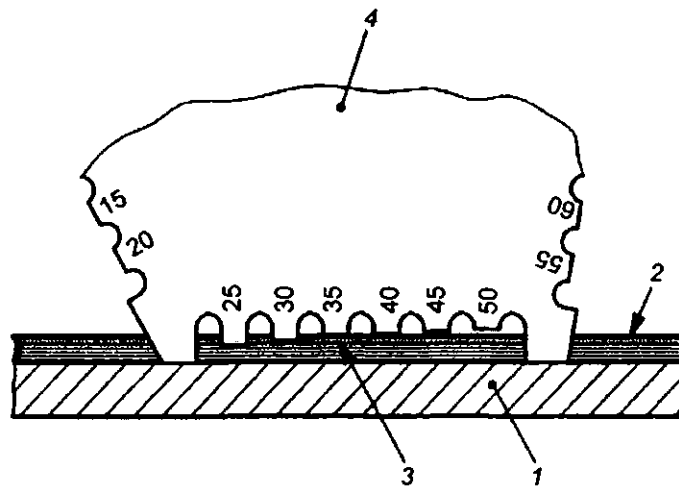
Під час застосування колісного приладу (метод 1В, 4.2.5) диск має бути змочено лакофарбовим матеріалом. В іншому разі це є додатковим джерелом систематичної похибки, яке може призвести до збільшення отриманого значення та залежить від:

- поверхневого натягу та реологічних властивостей лакофарбового матеріалу;
- матеріалу колісного приладу;
- швидкості обертання колеса.

4.2.4 Метод 1А — гребінчастий прилад

4.2.4.1 Опис інструменту

Гребінчастий прилад є плоскою пластиною, виготовленою з корозійно стійкого матеріалу із зубцями вздовж його країв (див. рисунок 1).



Умовні позначки:
 1 — субстрат;
 2 — покриття,
 3 — точка змочування,
 4 — гребінчастий прилад.

Рисунок 1 — Приклад гребінчастого приладу

Опорні зубці на кутах пластини визначають базову лінію, уздовж якої розташовано внутрішні зубці, що утворюють ряд градуйованих щілин. Кожен зубець марковано відповідним значенням розміру щілини. Комерційно доступні гребінчасті прилади зазвичай дають можливість вимірювати товщину до 2 000 мкм з найменшим кроком 5 мкм.

4.2.4.2 Методика вимірювання

Переконуються, що зубці чисті, не зношені та не пошкоджені. Установлюють гребінчастий прилад на гладку поверхню зразка так, щоб зубці було розміщено перпендикулярно площині субстрату, й утримують упродовж часу, достатнього для змочування зубців лакофарбовим матеріалом перед вилученням приладу.

Якщо зразки викривлено в одній площині, гребінчастий прилад установлюють паралельно осі викривлення.

Товщину вимірюють якомога швидше після нанесення, оскільки на результат вимірювання впливатимуть, наприклад, фізичне висихання, затвердіння чи випаровування розчинника.

Товщину мокрої плівки визначають як розмір найбільшої щілини зубця, змоченого лакофарбовим матеріалом.

4.2.5 Метод 1В — колісний прилад

4.2.5.1 Опис інструменту

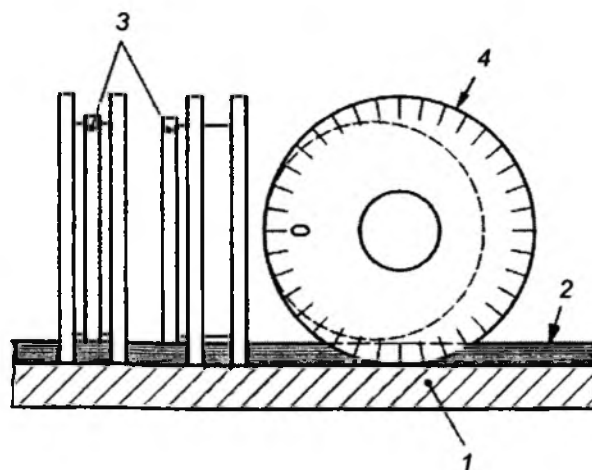
Колісний прилад складається з колеса, виготовленого із загартованої та корозійно стійкої сталі, з трьома виступаючими дисками (див. рисунок 2). Два основні диски однакового діаметра розміщено концентрично осі приладу. Третій диск має менший діаметр та розміщено ексцентрично. На один із зовнішніх дисків нанесено шкалу, з якої зчитують покази як проекцію концентричних дисків відносно ексцентричного диска.

Прийнятно два види конструкції приладу:

- у першого виду ексцентричний диск розташовано між концентричними;
- у другого виду ексцентричний диск розташовано зовні концентричних і щільно прилягає до одного з них.

Примітка. На відміну від першого виду конструкція другого виду дає можливість знімати значення товщини мокрої плівки без паралаксу.

Комерційно доступні колісні прилади зазвичай дають можливість вимірювати товщину до 1 500 мкм, а найменший крок вимірювання зазвичай становить 2 мкм.



Умовні позначки:
 1 — субстрат;
 2 — покриття;
 3 — ексцентричний диск;
 4 — колісний прилад.

Рисунок 2 — Приклад колісного приладу

4.2.5.2 Методика вимірювання

Колісний прилад утримують великим і вказівним пальцями за вісь колеса та притискають концентричні диски до поверхні в точці найбільшого значення на шкалі.

Якщо зразки викривлено в одній площині, вісь викривлення та вісь колісного приладу мають бути паралельними.

Колісний прилад котять в одному напрямку, знімають з поверхні та визначають найбільше значення шкали, за якого ексцентричний диск залишається змоченим лакофарбовим матеріалом. Очищують прилад і повторюють в іншому напрямку.

Розраховують товщину мокрої плівки як середнє арифметичне цих значень.

Товщину вимірюють якомога швидше після нанесення, оскільки на результат вимірювання впливатимуть, наприклад, фізичне висихання, затвердіння чи випаровування розчинника.

Для зменшення впливу поверхневого натягу на результат спостерігають за змочуванням ексцентричного диска лакофарбовим матеріалом та фіксують показання шкали в першій точці контакту. Це можливо лише в разі застосування другого колісного приладу.

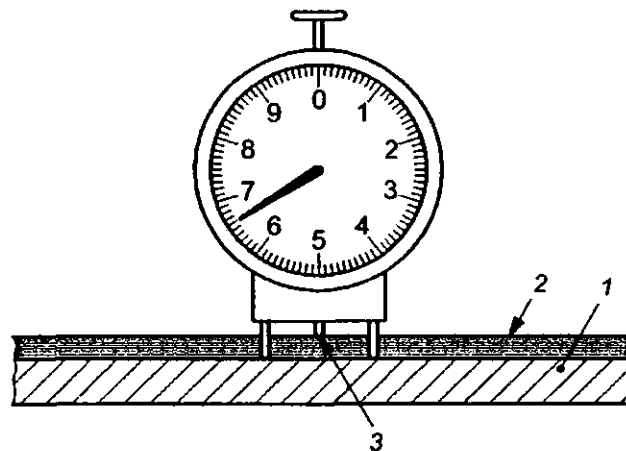
4.2.6 Метод 1С — прилад з рухомих плунжером

4.2.6.1 Прилад та стандартні зразки (вихідний еталон)

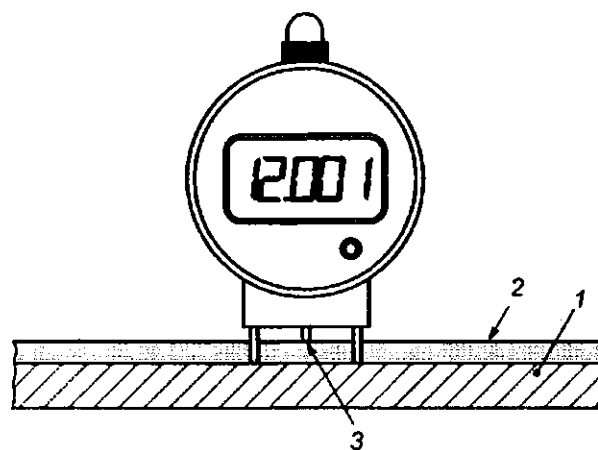
4.2.6.1.1 Прилад з рухомих плунжером (див. рисунки 3 а) та б))

Аналогові прилади з рухомих плунжером, які відповідають вимогам ISO 463, та електронні прилади з рухомих плунжером зазвичай придатні для вимірювання з точністю 5 мкм (аналоговий прилад) чи 1 мкм (електронний прилад), чи вищою. Прилад може мати аналоговий чи цифровий дисплей.

На нижній частині приладу з рухомих плунжером є дві контактні голки однакової довжини, розміщені на однаковій відстані від рухомого плунжера та на одній лінії з ним. Для точного регулювання положення плунжера в його напрямній використовують регулювальний гвинт.



а) приклад аналогового приладу з рухомим плунжером



Умовні позначки:

1 — субстрат;

2 — покриття;

3 — плунжер.

б) приклад цифрового приладу з рухомим плунжером

Рисунок 3 — Приклади аналогового та цифрового приладів з рухомим плунжером

4.2.6.1.2 Стандартний зразок для обнулення приладу

Для обнулення приладу потрібна плоска пластинка-еталон. Як еталон використовують скляну поліровану пластину.

4.2.6.2 Методика вимірювання

Прилад з рухомим плунжером обнулюють на пластині-еталоні, виставляючи вимірювальну головку так, щоб вона лише торкалася до пластини.

Плунжер викручують у зворотному напрямку від нульової позиції.

Контактні голки приладу з рухомим плунжером установлюють на зразок так, щоб вони нормально прилягли до субстрату, й обережно закручують плунжер вниз, доки вимірювальна головка ледь торкнеться до лакофарбового матеріалу.

Якщо зразки викривлено в одній площині, плунжери встановлюють паралельно осі викривлення.

Товщину вимірюють якомога швидше після нанесення, оскільки на результат вимірювання впливатимуть, наприклад, фізичне висихання, затвердіння чи випаровування розчинника.

Товщину мокрої плівки зчитують безпосередньо з приладу.

4.3 Гравіметричний метод

4.3.1 Принцип

Товщину покриття після нанесення визначають діленням маси покриття на густину та площу пофарбованої поверхні.

Товщину мокрої плівки t_w (мкм) розраховують за формулою:

$$t_w = \frac{m - m_0}{A \cdot \rho}, \quad (1)$$

де: m_0 — маса непофарбованого зразка, г;

m — маса пофарбованого зразка, г;

A — площа покриття, м²;

ρ — густина застосованого рідкого лакофарбового матеріалу, г/см³.

Примітка. Густина застосованого рідкого лакофарбового матеріалу може бути визначено згідно з ISO 2811-1, ISO 2811-2, ISO 2811-3 чи ISO 2811-4.

4.3.2 Сфера застосування

Гравіметричний принцип загалом прийнятно за умови, що вміст високолетких компонентів у рідкому лакофарбовому матеріалі є низьким.

4.3.3 Загальні відомості

Визначення за гравіметричним принципом дає середнє значення товщини мокрої плівки на всій пофарбованій поверхні. Наприклад, у разі нанесення розпиленням зворотну частину зразка може бути закрито, щоб запобігти похибкам вимірювання, які виникають у разі часткового фарбування зворотної частини. Будь-який захист зворотної частини має бути видалено перед зважуванням пофарбованого зразка.

4.3.4 Метод 2 — за різницею маси

4.3.4.1 Апаратура

Потрібні ваги з діапазоном зважування до 500 г і точністю до 1 мг.

4.3.4.2 Методика вимірювання

Спочатку зважують непофарбований зразок, а потім пофарбований і розраховують товщину мокрої плівки за формулою (1).

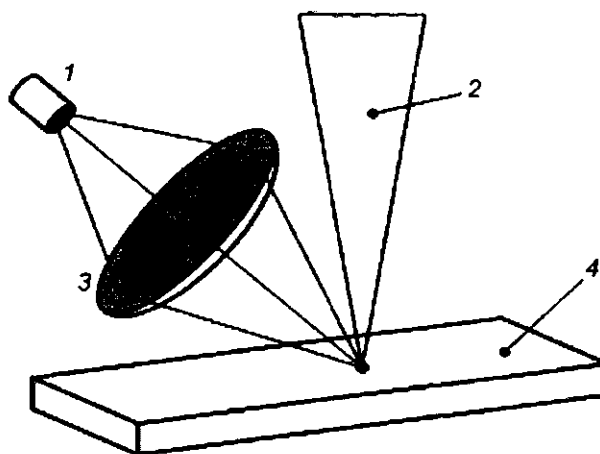
4.4 Фототермічний метод

4.4.1 Принцип

Товщину плівки визначають за різницею в часі між випромінюванням теплових хвиль у напрямку до покриття та часом визначення відбитих хвиль (теплових чи ультразвукових) (див. рисунок 4).

Незалежно від типу використаного збудження чи методу визначення основою всіх фототермічних методів є один і той самий принцип: періодичне чи пульсівне спрямування теплової енергії у зразок та подальше визначення локального зростання температури.

Вимірний інтервал часу порівнюють зі значенням, отриманим на приладі для плівки відомої товщини за визначених умов (енергія збудження, періоди та частота пульсації тощо) (див. 4.4.4.2).



Умовні позначки:

1 — інфрачервоний детектор;

2 — збуджувальний промінь;

3 — теплове випромінювання;

4 — зразок.

Рисунок 4 — Приклад фототермічної реєстрації

4.4.2 Сфера застосування

Фототермічний принцип загалом прийнятно для всіх комбінацій «плівка—субстрат». Його також може бути застосовано для визначення товщини окремих шарів у багатошаровому покритті за умови, що шари достатньо відрізняються один від одного за їхньою теплопровідністю та здатністю до відбиття.

Мінімальна потрібна товщина субстрату залежить від застосовуваної системи вимірювання (див. 4.4.4.1.1) та комбінації «плівка—субстрат».

4.4.3 Загальні відомості

Віднесення методу до руйнівного чи неруйнівного залежить від призначення покриття. Поглинена покриттям теплова енергія може вплинути на покриття внаслідок локального нагрівання (див. 8 на рисунку 4).

4.4.4 Метод 3 — визначення з використанням теплових властивостей

4.4.4.1 Прилад та стандартні зразки (вихідний еталон)

4.4.4.1.1 Система вимірювання

Для генерації теплових хвиль у лакофарбовому матеріалі та визначення теплових ефектів, що виникають у нагрітій ділянці зразка, є різноманітні методи (див. EN 15042-2 [28]). Як збуджувальні системи для лакофарбових покриттів переважно застосовують джерела теплового випромінювання (наприклад, лазери, світлодіоди, джерела світла з високим тепловим випромінюванням).

Для визначення використовують такі методи:

- визначення відбитого теплового випромінювання (фототермічна радіометрія);
- визначення змін показника заломлення (у нагрітому повітрі над вимірюваною ділянкою);
- піроелектричне визначення (вимірювання теплового потоку).

4.4.4.1.2 Стандартні зразки

Для калібрування потрібно стандартні зразки з різними поглинальними властивостями та різними значеннями товщини плівки (див. EN 15042-2 [28]).

4.4.4.2 Калібрування

Вимірювальну систему калібрують стандартними зразками (див. 4.4.4.1.2) для кожної комбінації «плівка—субстрат» (особливо для кожного лакофарбового матеріалу).

4.4.4.3 Методика вимірювання

Товщину плівки вимірюють відповідно до інструкцій щодо застосування приладу.

5 ВИЗНАЧЕННЯ ТОВЩИНИ СУХОЇ ПЛІВКИ

5.1 Загальні вимоги

У додатку А наведено опис методів, використовуваних для визначення товщини сухої плівки.

5.2 Механічні методи

5.2.1 Принцип

Мікрометр чи прилад з рухомим плунжером (метод 4А, див. 5.2.4) використовують для вимірювання товщини плівки за різницею між загальною товщиною (субстрат + плівка) та товщиною непофарбованої поверхні.

Є два способи визначення товщини плівки:

а) руйнівний — вимірювання виконують до та після видалення покриття.

Спочатку вимірюють загальну товщину на визначеній ділянці, а після того, як покриття буде видалено із цієї ділянки, — вимірюють товщину непофарбованої поверхні;

б) неруйнівний — вимірювання виконують до та після нанесення покриття.

Спочатку вимірюють товщину субстрату, а потім загальну товщину після нанесення покриття на тій самій ділянці.

Товщину покриття розраховують як різницю між двома значеннями.

Для визначення товщини плівки як різниці між відстанню від поверхні плівки до оголеного субстрату допустимо застосовувати глибиномір (метод 4В, див. 5.2.5) чи профілометр (метод 4С, див. 5.2.6).

Примітка. Для глибиноміра чи профілометра можливо лише спосіб видалення покриття (метод 4В чи 4С).

5.2.2 Сфера застосування

Механічний принцип переважно прийнятно для всіх комбінацій «плівка–субстрат». За механічного вимірювання субстрат і покриття мають бути такими, щоб уникнути спотворення результатів внаслідок утворення заглиблення вимірювальною голівкою.

Мікрометр чи прилад з рухомим плунжером (метод 4А) також прийнятно для вимірювання товщини покриття циліндричних зразків чи зразків з круглим поперечним перерізом (наприклад, дрід, труби).

Під час виникнення суперечок арбітражним методом є визначення товщини покриття профілометром (метод 4С).

5.2.3 Загальні вимоги

У разі способу «нанесення покриття» застосовують шаблони з маркованими отворами для забезпечення виконання вимірювання товщини субстрату та загальної товщини точно у тих самих точках.

Примітка 1. Спосіб «нанесення покриття» є прийнятнішим для пластмасових субстратів, оскільки у багатьох випадках субстрат не може бути відділено без руйнування.

У разі способу «видалення покриття» вимірювальні ділянки має бути заокруглено та промарковано. Покриття має бути обережно та повністю видалено на досліджуваних ділянках без механічного чи хімічного пошкодження субстрату. Перед фарбуванням субстрат може бути частково захищено з використанням липкої стрічки, щоб забезпечити краще виявлення переходів від одного шару до наступного.

Під час застосування глибиноміра чи профілометра (методи 4В та 4С) покриття, яке не видалється в зоні вимірювання, має бути не пошкодженим.

Під час застосування профілометра (метод 4С) виступ між поверхнею субстрату та поверхнею плівки має бути досить добре визначено.

З твердих субстратів (наприклад, скло) покриття може бути видалено механічно, але з менш твердих субстратів (наприклад, сталь) покриття має бути видалено хімічно з використанням розчинника чи засобу для видалення фарби.

Примітка 2. Якщо матеріали поверхні, такі як сталь, менш тверді, плівку може бути вирізано трубчастим пустотілим свердлом діаметром 10 мм, а диск покриття, що таким чином утворюється, видалено розчинником чи засобом для видалення фарби.

Усі поверхні (покриття, субстрат, зворотна частина зразка), які контактують з вимірювальним приладом, мають бути чистими та без залишків плівки.

5.2.4 Метод 4А — за різницею товщини

5.2.4.1 Опис інструменту

5.2.4.1.1 Мікрометр

5.2.4.1.1.1 Загальні вимоги

Мікрометр має бути придатним для вимірювання з точністю 5 мкм. Його має бути обладнано храповим механізмом (трещіткою) для обмеження зусилля, що діє через шпindel на досліджувану поверхню.

5.2.4.1.1.2 Перший вид — мікрометр, закріплений на штативі

Головку мікрометра з контактувальною вимірювальною ділянкою прикріплено до жорсткої станини з гладкою плитою-основою так, що її висоту може бути відрегульовано. Контактну вимірювальну ділянку має бути виставлено паралельно до верху плити-основи.

5.2.4.1.1.3 Другий вид — ручний мікрометр (див. рисунок 5).

Для цього виду інструменту зазвичай застосовують термін «зовнішній мікрометр», хоча він також відомий як кліщовий мікрометр для зовнішнього застосування (див. ISO 3611). Мікрометр має відповідати вимогам ISO 3611. Вимірювальна поверхня шпинделя та п'ята мають бути плоскими та паралельними одна до одної.

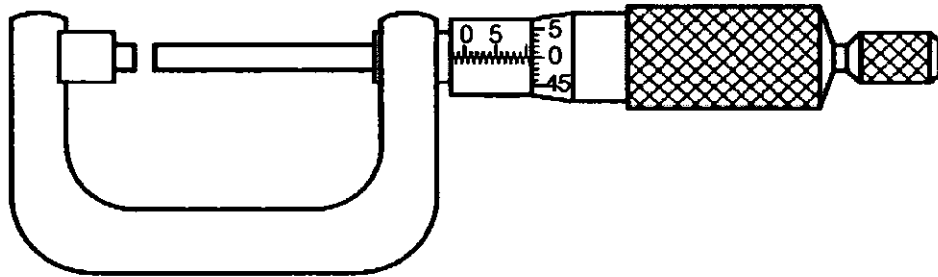


Рисунок 5 — Зовнішній мікрометр

5.2.4.1.2 Прилад з рухомим плунжером

5.2.4.1.2.1 Загальні вимоги

Аналогові прилади з рухомим плунжером, які відповідають вимогам ISO 463, та електронні прилади з рухомим плунжером зазвичай придатні для вимірювання з точністю 5 мкм (аналоговий прилад) чи 1 мкм (електронний прилад), чи вищою. Прилад має бути обладнано механізмом для підймання вимірювальної головки. Форму вимірювальної головки вибирають залежно від твердості лакофарбового матеріалу, товщину якого буде виміряно (сферична — для твердих, плоска — для м'яких матеріалів).

5.2.4.1.2.2 Перший вид — прилад, закріплений на штативі

Прилад з рухомим плунжером прикріплено до штативу, як зображено на рис. 6. Якщо застосовують плоску головку плунжера, вимірювану поверхню розміщують паралельно до верху плити-основи.

5.2.4.1.2.3 Другий вид — ручний прилад

Цей прилад з рухомим плунжером обладнано рукояткою. Механізм для підймання плунжера має бути сконструйовано так, щоб товщиномір можна було керувати однією рукою. Змінну вершину п'ята має бути розташовано напроти рухомої вимірювальної головки, форму якої вибирають залежно від твердості випробовуваного матеріалу (сферична — для твердих, плоска — для м'яких матеріалів).

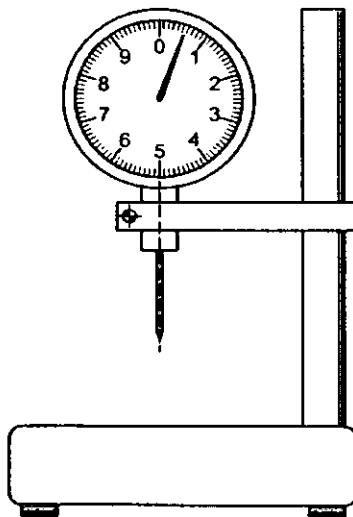


Рисунок 6 — Прилад з рухомим плунжером, закріплений на штативі

Якщо і вимірювальна головка, і п'ята мають сферичну форму (див. прилад для вимірювання товщини плівок, зображений на рисунку 7), вимірювальна поверхня має бути паралельною до кожної з них.

5.2.4.2 Методика вимірювання

Зразки готують, як визначено в 5.2.3 для варіантів «видалення покриття» та «нанесення покриття» (див. 5.2.1).

Усі прилади встановлюють так, щоб пофарбовану частину зразка чи сторону, яку буде пофарбовано, було повернуто до шпинделя (мікрометр, див. 5.2.4.1.1) чи до контактної елементу (прилад з рухомим плунжером, див. 5.2.4.1.2) у варіантах «видалення покриття» та «нанесення покриття» відповідно.

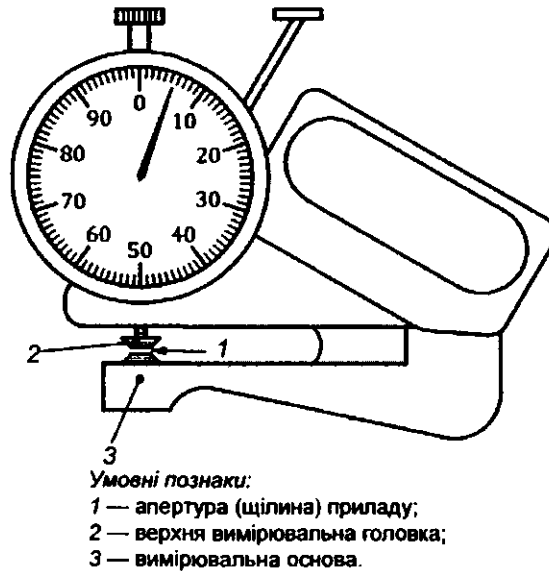


Рисунок 7 — Прилад для вимірювання товщини плівок

Під час застосування інструменту, прикріпленого до штативу (5.2.4.1.1 та 5.2.4.1.2, перший вид у кожному випадку) зразок розміщують на плиті-основі.

Під час застосування ручного інструменту (5.2.4.1.1 та 5.2.4.1.2, другий вид у кожному випадку) зразок розміщують напроти зафіксованої вимірювальної головки.

Примітка. Ручку інструменту, визначеного в 5.2.4.1.1 та 5.2.4.1.2, другий вид у кожному випадку, може бути прикріплено до штативу для спрощення процесу вимірювання.

Процедуру повторюють для наступного вимірювання після видалення плівки («видалення покриття») чи нанесення плівки («нанесення покриття»).

Кожне вимірювання виконують так, щоб:

— під час застосування мікрометра, як наведено в 5.2.4.1.1, шпindel ь рухався до випробовуваної поверхні, доки не спрацює трещітка;

— під час застосування приладу з рухомим плунжером, як наведено в 5.2.4.1.2, поверхні обережно торкалися головкою підпружиненого контактного елемента.

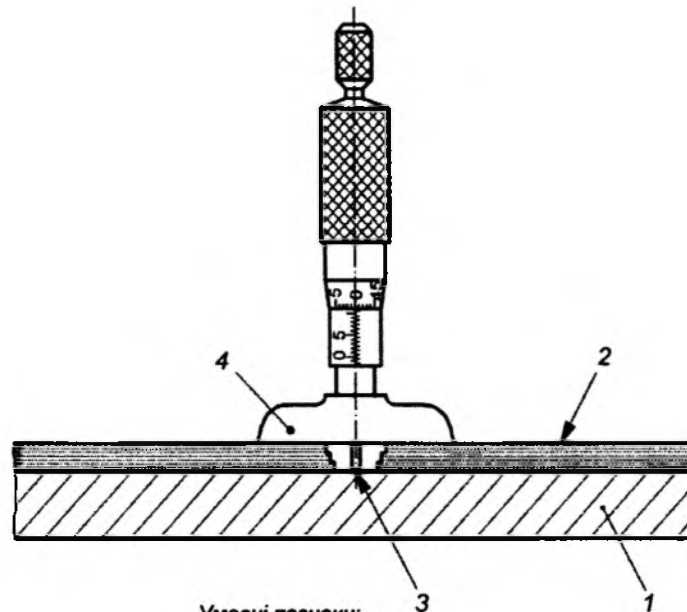
Товщиною плівки є різниця між значенням загальної товщини та товщини субстрату.

5.2.5 Метод 4В — вимірювання глибини

5.2.5.1 Інструмент та стандартні зразки (вихідні еталони)

5.2.5.1.1 Перший вид — мікрометричний глибиномір (див. рисунок 8)

Мікрометри цього типу зазвичай придатні для вимірювання з точністю 5 мкм чи вищою. Мікрометр має бути обладнано трещіткою для обмеження зусилля, що діє через контактні елементи на покриття. Він має плоску основу чи п'яту, яку встановлюють на поверхню покриття, що діє як опорна площина.



Умовні позначки:
 1 — субстрат;
 2 — покриття;
 3 — контактний елемент;
 4 — плоска основа чи опора.

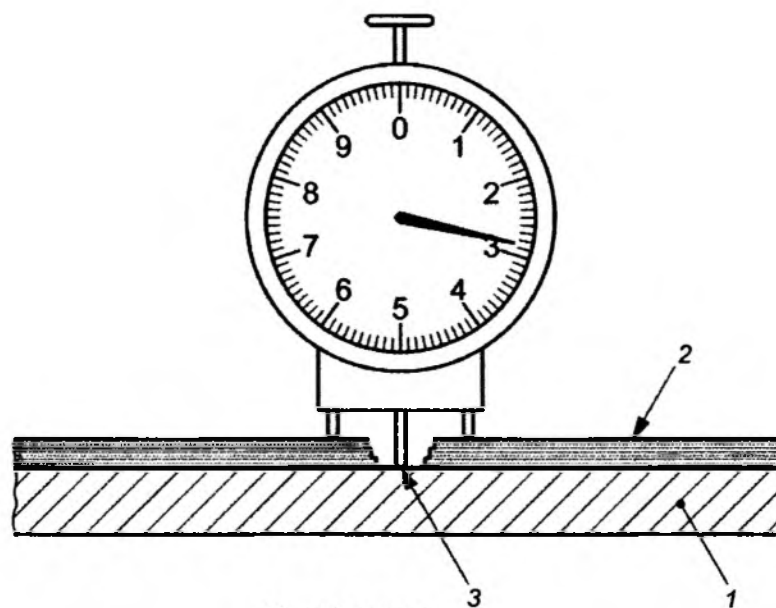
Рисунок 8 — Мікрометричний глибиномір

5.2.5.1.2 Другий вид — глибиномір з рухомим плунжером (див. рисунок 9)

Аналогові прилади з рухомим плунжером, що відповідають вимогам ISO 463, та електронні прилади з рухомим плунжером зазвичай придатні для вимірювання з точністю 5 мкм (механічні прилади) чи 1 мкм (електронні прилади), чи вищою. Прилад може мати плоску основу чи п'яту, яку встановлюють на поверхню покриття, використовувану як опорна площина.

5.2.5.1.3 Стандартні зразки для обнулення приладу

Для обнулення приладу потрібна плоска пластинка-еталон. Як еталон використовують скляну поліровану пластину.



Умовні позначки:
 1 — субстрат;
 2 — покриття;
 3 — контактний елемент.

Рисунок 9 — Глибиномір з рухомим плунжером

5.2.5.2 Методика вимірювання

Покриття видаляють з досліджуваної ділянки. Прилад обнулюють на пластині-еталоні (5.2.5.1.3), а потім:

а) під час застосування мікрометричного глибиноміра основу приладу встановлюють на поверхню покриття так, щоб шпindel був зверху оголеної ділянки, та викручують його донизу, доки головка доторкнеться до субстрату та спрацює трещітка;

б) під час застосування глибиноміра з рухомих плунжером контактний елемент встановлюють на оголену поверхню, а основу (чи контактні штирі) — на покриття (якщо прилад типу з контактними штирями, потрібно переконатися, що їх встановлено перпендикулярно поверхні зразка).

Товщину покриття може бути зчитано безпосередньо з показів глибиноміра (з коригуванням за потреби на похибку встановлення нуля).

5.2.6 Метод 4С — сканування профілю поверхні

5.2.6.1 Опис інструменту

Цей інструмент має рухому голку, приєднану до відповідного підсилювального та записувального обладнання. Для вимірювання товщини плівки інструмент використовують для запису профілю виступу, що утворюється між поверхнею та покриттям, під час видалення частини покриття (див. рисунок 10). Нерівність чи профіль зчитується вільно рухомою голкою, радіус закруглення головки якої вибирається найвідповіднішим для нерівності поверхні, що була пофарбована, та поверхні плівки.

Примітка. Вимірювання може також бути виконано оптично чи акустично (тобто без будь-якого контакту зі зразком).

5.2.6.2 Методика вимірювання

Зразки готують, як визначено у 5.2.3. Сканують і записують профіль поверхні досліджуваної ділянки, використовуючи відповідний монітор і плоттер (самописець).

Ці чинники можуть негативно вплинути на отримані значення:

- недостатньо очищені поверхні;
- вібрації у вимірювальній системі;
- використання невідповідної головки голки.

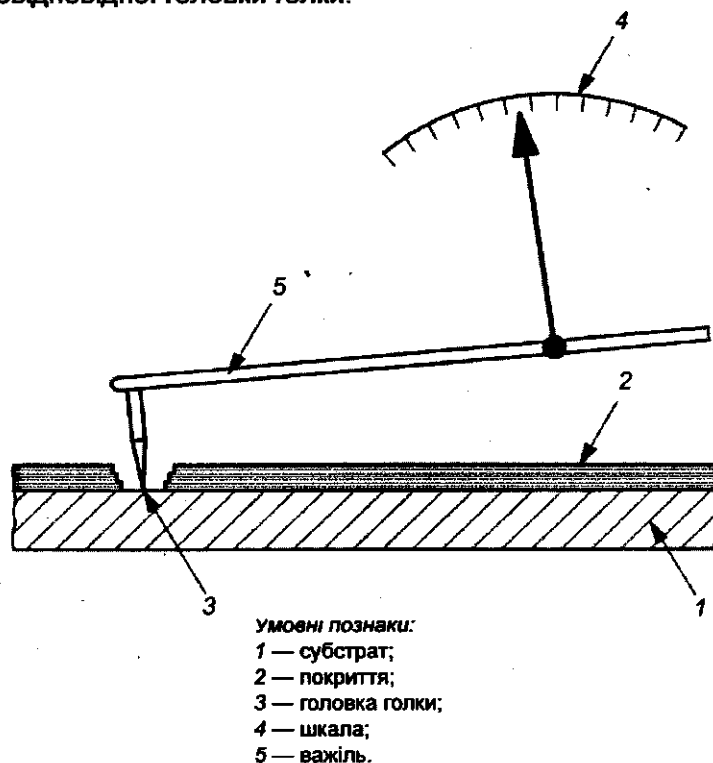


Рисунок 10 — Сканер профілю поверхні

Прокреслюють лінії через середню висоту траєкторії, виписаної для поверхні плівки (верхня лінія), та через траєкторію, виписану для поверхні, що була пофарбована (нижня лінія). Товщину плівки визначають як відстань між лініями в середній точці виступу.

5.3 Гравіметричний метод

5.3.1 Принцип

Товщину сухої плівки t_d (мкм) розраховують як різницю між масою пофарбованого та непофарбованого зразка за формулою:

$$t_d = \frac{m - m_0}{A \cdot \rho_0}, \quad (2)$$

де: m_0 — маса непофарбованого зразка, г;

m — маса пофарбованого зразка, г;

A — площа пофарбованої поверхні, м²;

ρ_0 — густина сухої плівки лакофарбового матеріалу, який було нанесено, г/см³.

Примітка. Густина сухої плівки лакофарбового матеріалу може бути визначено згідно з ISO 3233-1, ISO 3239-2 чи ISO 3233-3.

5.3.2 Сфера застосування

Гравіметричний метод має загальне застосування.

5.3.3 Загальні вимоги

Визначення з використанням гравіметричного принципу призводить до того, що середнє значення товщини мокрої плівки вище на суцільно пофарбованій площі поверхні. Наприклад, під час застосування розпилення зворотну частину зразка може бути закрито, щоб запобігти похибкам вимірювання, які виникають за часткового фарбування зворотної частини.

5.3.4 Метод 5 — за різницею маси

5.3.4.1 Апаратура

Потрібні ваги з діапазоном зважування до 500 г з точністю до 1 мг.

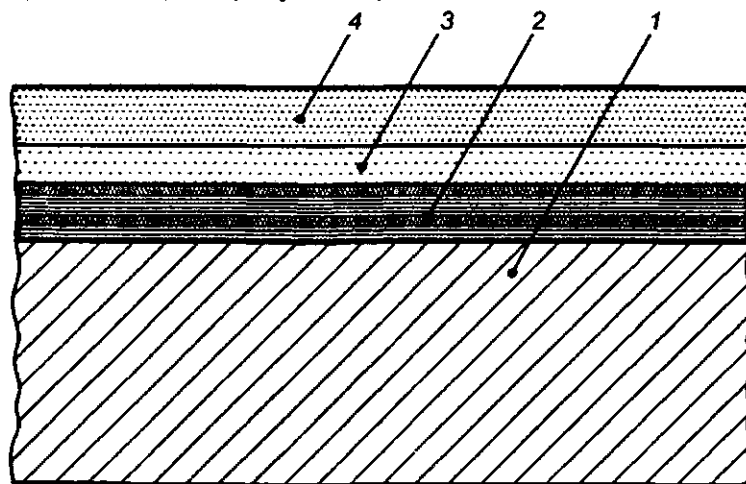
5.3.4.2 Процедура

Спочатку зважують непофарбований зразок, фарбують його, сушать і знову зважують. Товщину сухої плівки розраховують за формулою (2).

5.4 Оптичні методи

5.4.1 Принцип

Якщо використовують метод поперечного перерізу (метод 6А, див. 5.4.4), зразок надрізають до основи вздовж перпендикулярної до покриття площини так, щоб товщину плівки можна було вимірювати безпосередньо мікроскопом (див. рисунок 11).



Умовні позначки:

1 — субстрат;

2 — покриття 1;

3 — покриття 2;

4 — покриття 3.

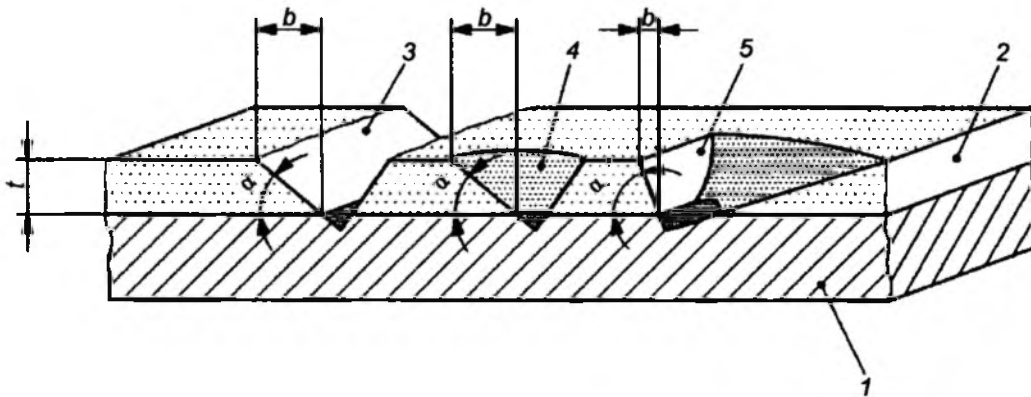
Рисунок 11 — Поперечний переріз зразка

Якщо використовують метод вирізування клину (метод 6В, див. 5.4.5), визначений розмір виконують різальним інструментом у покритті за заданого кута (див. рисунок 12). Товщину покриття t розраховують за такою формулою:

$$t = b \times \tan \alpha, \quad (3)$$

де b — проекційна півширина вирізу (від краю до субстрату), визначена мікроскопом;
 α — кут вирізу.

Симетричний клиноподібний виріз (№ 3 на рисунку 12) може бути виконано в покритті спеціальним лезом; конічний отвір (№ 4 на рисунку 12) — спеціальним свердлом (буром); профільований отвір (№ 5 на рисунку 12) — фрезерувальним інструментом.



Умовні позначки:

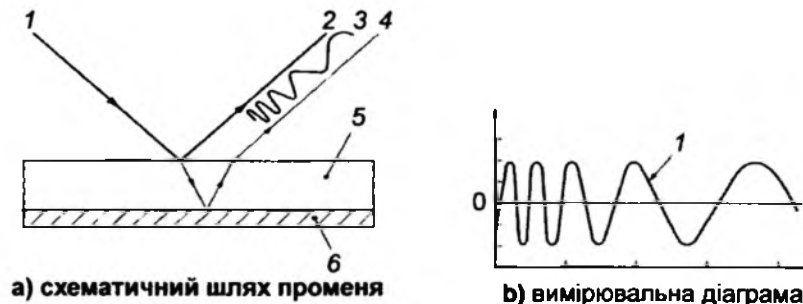
- 1 — субстрат;
- 2 — покриття;
- 3 — симетричний виріз;
- 4 — конічний отвір;
- 5 — профільований виріз;
- b — половина проекційної ширини вирізу (від краю до субстрату), визначена за допомогою мікроскопа;
- t — товщина плівки;
- α — кут вирізу.

Рисунок 12 — Симетричний виріз, конічний отвір, профільований виріз

Інтерферометрією білого світла (метод 6С, див. 5.4.6) товщину вимірюють через інтерференцію білого світла (див. рисунок 13). Виміряні значення інтерференції порівнюють з попередньо виміряними на плівках відомої товщини арбітражним методом.

5.4.2 Сфера застосування

Оптичний метод зазвичай прийнятно для всіх комбінацій «плівка-субстрат». Товщину окремих шарів у багат шаровому покритті також можна виміряти за умови, що шари достатньо контрастні по відношенню один до одного.



Умовні позначки:

- 1 — падаючий промінь;
- 2 — відбитий промінь, частина 1;
- 3 — інтерференція;
- 4 — відбитий промінь, частина 2;
- 5 — покриття;
- 6 — субстрат.

Рисунок 13 — Інтерферометрія білого світла

Під час застосування методу поперечного чи клиноподібного перерізу субстрат має бути придатним для надрізання, свердління чи різання.

У разі виникнення суперечок арбітражним є метод поперечного перерізу (метод 6А, див. 5.4.4).

Вимірювання товщини інтерферометрією білого світла (метод 6С, див. 5.4.6) застосовують для оптично прозорих плівок.

5.4.3 Загальні вимоги

Якщо лакофарбовий матеріал еластичний, поперечний переріз чи клиноподібний зріз може бути деформовано так, що вимірювання дадуть недостовірні результати. Цей ефект може бути знижено охолодженням зразка перед надрізуванням.

Для методу вирізування клину зразок має бути плоским (проте див. примітку до 5.4.5.2).

Якщо покриття крихке та/або недостатньо цілісне, розшарування плівки може ускладнити визначення її дійсної поверхні розділу між покриттям і поверхнею. Це може призвести до помилки в значенні.

5.4.4 Метод 6А — поперечний переріз

5.4.4.1 Спосіб 1 — шліфуванням

5.4.4.1.1 Апаратура та матеріали

5.4.4.1.1.1 Шліфувальна та полірувальна машина

Прийнятною є апаратура, використовувана для підготування до металографічних досліджень.

5.4.4.1.1.2 Середовище для занурення

Використовують смолу холодного тверднення, яка щільно фіксує лакофарбове покриття та не має руйнівного впливу на нього.

5.4.4.1.1.3 Матеріали для шліфування та полірування

Використовують водостійкий абразивний папір, наприклад 280, 400 та 600 зернистості, або алмазну чи подібну пасту відповідної зернистості.

5.4.4.1.1.4 Вимірювальний мікроскоп

Потрібний мікроскоп з відповідною освітлювальною системою, що дає зображення оптимальної контрастності. Збільшення має бути вибрано так, щоб видима область відповідала 1,5—3-кратній товщині плівки. Окуляр чи оптико-електронний механізм має давати можливість виконувати вимірювання з точністю щонайменше 1 мкм.

5.4.4.1.2 Процедура

Зразок чи репрезентативну пробу зразка занурюють у смолу (5.4.4.1.1.2). Виконують мокре полірування зразка чи проби зразка вздовж перпендикулярної до поверхні покриття площини, використовуючи шліфувальну чи полірувальну машину (5.4.4.1.1.1). Цей процес повторюють з більш тонкозернистим абразивом. Мікроскопом вимірюють товщину(и) виявленого(-их) шару(-ів).

5.4.4.2 Спосіб 2 — вирізуванням

5.4.4.2.1 Апаратура

5.4.4.2.1.1 Ніж

Потрібний мікротом поступальної чи обертової дії з твердосплавними лезами відповідної конфігурації і тримач для затискання зразка.

5.4.4.2.1.2 Вимірювальний мікроскоп

Потрібний мікроскоп з відповідною освітлювальною системою, що дає зображення оптимальної контрастності. Збільшення вибирають так, щоб видима область відповідала 1,5—3-кратній товщині плівки. Окуляр чи оптико-електронний механізм має давати можливість виконувати вимірювання з точністю щонайменше 1 мкм.

5.4.4.2.2 Процедура

Зразок чи репрезентативну пробу, взяту із зразка, затискають у тримачі зразків мікротома та різуть перпендикулярно до поверхні покриття. Мікроскопом вимірюють товщину виявлених шарів.

5.4.5 Метод 6В — клиноподібний зріз

5.4.5.1 Апаратура

5.4.5.1.1 Загальні вимоги

Для методу клиноподібного зрізу потрібні ніж та вимірювальний мікроскоп. Це можуть бути як комбіновані, так і окремі інструменти.

5.4.5.1.2 Ніж

Для виконання рівних надрізів під визначеним кутом потрібно спеціальний інструмент зі змінними різальними елементами.

Різальні інструменти (різальні леза, спеціальні бури для фарб чи фрезерувальні інструменти) мають:

- бути виготовлені з твердосплавних матеріалів;
- мати рівний нижній різальний край;
- бути відповідної форми, щоб забезпечити точний клиноподібний зріз.

Стандартизованими кутами вирізання є діапазон від $\alpha = 5,7^\circ$ ($\tan\alpha = 0,1$) до $\alpha = 45^\circ$ ($\tan\alpha = 1$).

5.4.5.1.3 Вимірювальний мікроскоп чи цифрове вимірювальне обладнання

Потрібний мікроскоп зі збільшенням приблизно 50 та освітлювальною системою. Окуляр має давати можливість виконувати вимірювання товщини з точністю 20 мкм. Цифрове вимірювальне обладнання може бути використано як альтернативне.

5.4.5.2 Процедура

На вимірювальній ділянці зразка роблять позначку, наприклад, маркером контрастного кольору. Надріз чи отвір роблять через цю позначку. Надріз чи отвір має проникати в субстрат. За допомогою позначки визначають розміщення надрізу чи отвору, мікроскопом вимірюють утворену півширину b та розраховують товщину(-и) плівки за формулою (3) (див. 5.4.1).

Примітка. Формулу 3 не може бути застосовано для криволінійних поверхонь. Проте видозмінену формулу розрахунку може бути застосовано для конічних отворів у криволінійних поверхнях.

5.4.6 Метод 6С — інтерферометрія білого світла

5.4.6.1 Пристрій і стандартний зразок

5.4.6.1.1 Інтерферометр білого світла

Комерційно доступний інтерферометр білого світла.

5.4.6.1.2 Стандартний зразок

Стандартний зразок з відомою товщиною потрібен для калібрування.

5.4.6.2 Процедура

Використовують пристрій відповідно до інструкцій виробника. Товщину зчитують безпосередньо з дисплею.

5.5 Магнітні методи

5.5.1 Принцип

Товщину плівки визначають за взаємодією між магнітним полем і металевою поверхнею. Товщину плівки визначають за силою, потрібною для зняття магніту з покриття (метод 7А, див. 5.5.4), або за зміною магнітного поля (методи 7В.1, 7В.2, 7С та див. 5.5.5—5.5.7).

5.5.2 Сфера застосування

Магнітні методи прийнятно для покриттів на металевих поверхнях.

Для методів 7А, 7В.1 та 7В.2 субстрати мають бути феромагнітними, а для методу 7С — неферомагнітними.

Покриття за своїми властивостями не повинно змінювати покази інструменту під час вимірювання.

5.5.3 Загальні вимоги

На створюване інструментом магнітне поле можуть впливати такі чинники:

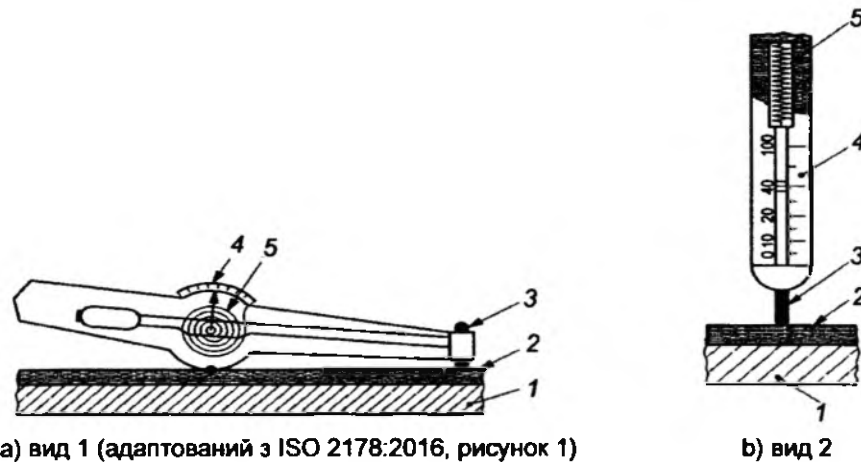
- конфігурація субстрату (розміри, кривизна, товщина);
 - властивості матеріалу субстрату (наприклад, магнітна проникність, провідність і властивості, отримані внаслідок попередньої підготовки);
 - шорсткість субстрату;
 - інші магнітні поля (остаточний магнетизм субстрату та зовнішні магнітні поля).
- Див. ISO 2178 [3] та ISO 2360 [4] щодо чинників впливу.

5.5.4 Метод 7А — магнітно-відривний прилад

5.5.4.1 Опис приладу

Частиною приладу є магніт, за силою притягання якого до субстрату визначають товщину плівки (див. рисунок 14).

Примітка. Зображений на рис. 14 а) прилад можна застосовувати в будь-якій позиції. Зображений на рис. 14 б) прилад сконструйовано для застосування в одному положенні через ефект гравітації.



а) вид 1 (адаптований з ISO 2178:2016, рисунок 1)

б) вид 2

Умовні позначки:

- 1 — субстрат;
- 2 — покриття;
- 3 — магніт;
- 4 — шкала;
- 5 — пружина.

Рисунок 14 — Магнітний відривний прилад

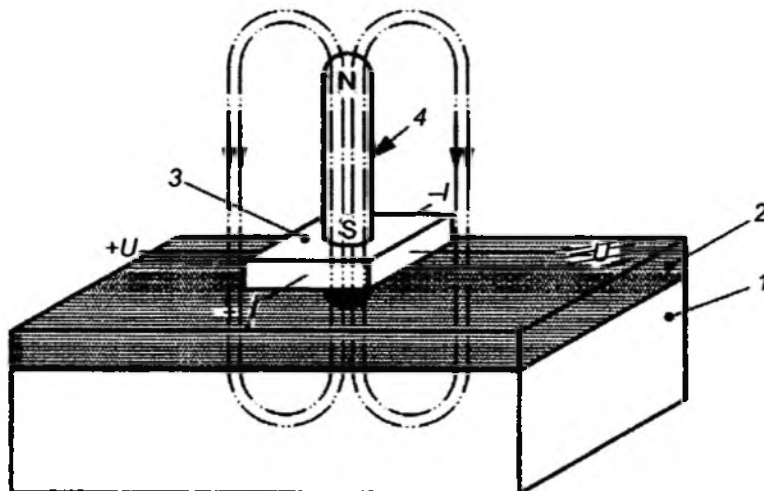
5.5.4.2 Процедура

Прилад з магнітом установлюють на покриття. Магніт відривають у перпендикулярному до покриття напрямі. Товщину плівки визначають за силою, потрібною для відривання магніту від зразка.

5.5.5 Метод 7В.1 — магнітно-потоківий прилад

5.5.5.1 Опис приладу

Частиною приладу є магніт, за зміною магнітного поля якого, спричиненою субстратом, визначають товщину плівки. Магнітне поле вимірюють датчиком Хола (див. рисунок 15).



Умовні позначки:

- 1 — субстрат;
- 2 — покриття;
- 3 — датчик Хола;
- 4 — магніт;
- U — напруга Хола;
- I — контролювальний струм.

Рисунок 15 — Датчик Хола

5.5.5.2 Процедура

Прилад установлюють на покриття перпендикулярно до нього. Значення товщини зчитують безпосередньо зі шкали чи розраховують відповідно до інструкцій виробника.

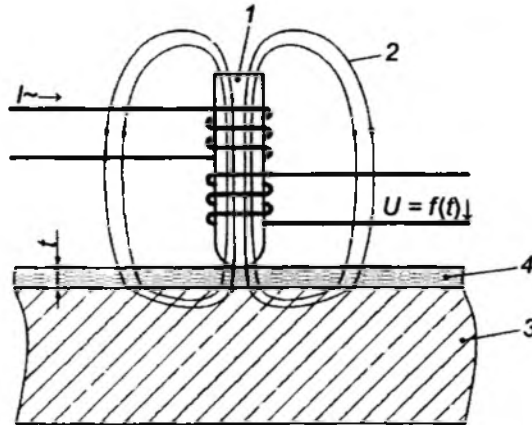
5.5.6 Метод 7В.2 — змінне магнітне поле, принцип магнітної індукції

5.5.6.1 Опис приладу

Частиною приладу є електромагніт, за допомогою якого визначають товщину плівки за зміною магнітного поля в разі наближення до феромагнітної поверхні (див. рисунок 16). Низькочастотне (<1 кГц) змінне електромагнітне поле генерується електромагнітом.

5.5.6.2 Процедура

Прилад установлюють на покриття перпендикулярно до нього. Товщину покриття розраховують за зміною магнітного потоку.



Умовні позначки:

1 — феромагнітне осердя контактного датчика;

2 — змінне низькочастотне магнітне поле;

3 — сталевий/залізний субстрат;

4 — покриття;

I — струм збудження;

t — товщина;

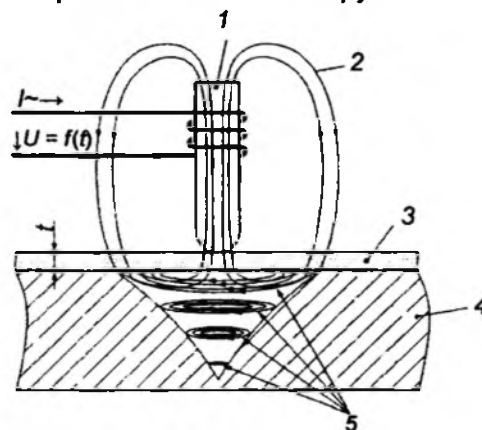
$U = f(t)$ — вимірювальний сигнал.

Рисунок 16 — Принцип роботи магнітно-індукційного приладу (адаптовано з ISO 2178:2016, рисунок 2)

5.5.7 Метод 7С — прилад вихрового струму

5.5.7.1 Опис приладу

Частиною цього приладу є електромагніт, за допомогою якого визначають товщину плівки за зміною в магнітному полі, спричиненою вихровими струмами в електропровідній поверхні (див. рисунок 17). Високочастотне (>1 кГц) змінне електромагнітне поле генерується електромагнітом.



Умовні позначки:

1 — феромагнітне осердя контактного датчика;

2 — змінне високочастотне магнітне поле;

3 — покриття;

4 — метал основи;

5 — збуджений вихровий струм;

I — струм збудження;

$U = f(t)$ — вимірювальний сигнал;

t — товщина.

Рисунок 17 — Приклад методу вихрового струму (адаптовано з ISO 2360:2017, рисунок 1)

5.5.7.2 Процедура

Прилад установлюють на покриття перпендикулярно до нього.

5.6 Радіологічний метод

5.6.1 Принцип

Значення товщини покриття отримують внаслідок взаємодії між іонізованим випромінюванням та покриттям. Як джерело випромінювання використовують ізотоп.

5.6.2 Сфера застосування

Радіологічний принцип прийнятно для будь-яких комбінацій «плівка-субстрат» за умови, що різниця між атомним числом лакофарбового матеріалу та субстрату становить не менше ніж 5 (див. також ISO 3543 [12]).

5.6.3 Загальні відомості

На вимірювання товщини плівки можуть впливати:

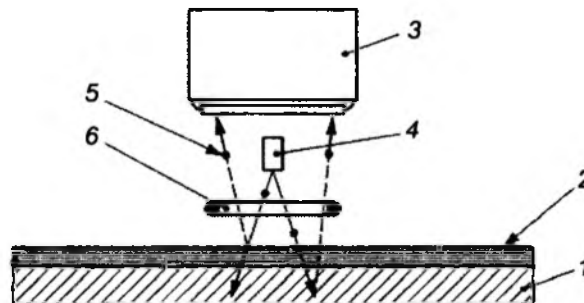
- геометрія субстрату (розміри, кривизна);
- забруднення на поверхні покриття;
- неоднорідності в густині покриття.

5.6.4 Метод 8 — метод розсіювання бета-випромінювання

5.6.4.1 Опис приладу

Прилад розсіювання бета-випромінювання (див. рисунок 18) складається з:

- джерела випромінювання (радіоізотоп), яке випромінює переважно бета-частинки, що мають енергію, яка відповідає товщині вимірюваної плівки;
- датчика чи вимірювальної системи з набором діафрагм, який містить детектор бета-випромінювання для підрахунку кількості розсіяних у зворотному напрямку бета-частинок (наприклад, лічильник Гейгера);
- системи оброблення та виведення даних.



Умовні позначки:

- 1 — субстрат;
- 2 — покриття;
- 3 — лічильник;
- 4 — радіоізотоп;
- 5 — частинки, розсіяні у зворотному напрямку;
- 6 — діафрагма.

Рисунок 18 — Метод зворотного розсіювання бета-випромінювання

5.6.4.2 Верифікація

Прилад перевіряють та за потреби регулюють за наявними стандартами, які, наскільки це можливо, мають такий самий склад покриття та поверхні, що й досліджуваний зразок.

5.6.4.3 Процедура

Вимірювання виконують відповідно до інструкцій щодо застосування приладу.

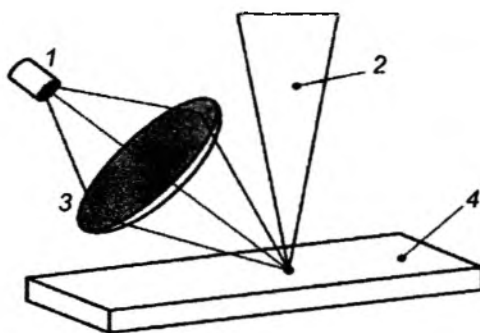
5.7 Фототермічний метод

5.7.1 Принцип

Товщину плівки визначають за різницею між часом випромінювання теплових хвиль у напрямку до покриття та часом визначення відбитих хвиль (теплових чи ультразвукових) (див. рисунок 19).

Незалежно від типу використаного збудження чи методу визначення в основу всіх фототермічних методів покладено один і той самий принцип: періодичне чи імпульсне спрямування теплової енергії у зразок та подальше визначення локального зростання температури.

Вимірний інтервал часу порівнюють зі значенням, отриманим на приладі для плівки відомої товщини за визначених умов (енергія збудження, періоди та частота пульсації тощо) (див. 5.7.4.2).



Умовні позначки:
1 — інфрачервоний детектор;
2 — збуджуючий пучок;
3 — теплове випромінювання;
4 — зразок.

Рисунок 19 — Подання фототермічної реєстрації

5.7.2 Сфера застосування

Фототермічний принцип загалом прийнятно для всіх комбінацій «плівка-субстрат». Його також може бути застосовно для визначення товщини окремих шарів у багат шаровому покритті за умови, що шари достатньо відрізняються один від одного за їх тепловою провідністю та здатністю до відбиття.

Мінімальна потрібна товщина субстрату залежить від застосовуваної системи вимірювання (див. 5.7.4.1.1) та комбінації «плівка-субстрат».

5.7.3 Загальні відомості

Класифікація методів на руйнівні та неруйнівні залежить від призначення покриття. Поглинена покриттям тепла енергія може вплинути на покриття внаслідок локального нагрівання.

5.7.4 Метод 9 — визначення з використанням теплових властивостей

5.7.4.1 Прилад та стандартні зразки (вихідні еталони)

5.7.4.1.1 Система вимірювання

Для генерації теплових хвиль у лакофарбовому матеріалі та визначення термічних ефектів, що виникають у нагрітій ділянці зразка, є різноманітні методи (див. EN 15042-2 [18]). Як збуджувальні системи для лакофарбових покриттів переважно застосовують джерела теплового випромінювання (наприклад, лазери, світлодіоди, джерела світла з високим тепловим випромінюванням).

Для визначення використовують такі методи:

- визначення відбитого теплового випромінювання (фототермічні радіометри);
- визначення змін показника заломлення (у нагрітому повітрі над випробовуваною ділянкою);
- піроелектричне визначення (вимірювання теплового потоку).

5.7.4.1.2 Стандартні зразки

Для цілей калібрування потрібні стандартні зразки з різними поглинальними властивостями та плівками різної товщини (див. EN 15042-2 [28]).

5.7.4.2 Верифікація

Вимірювальну систему перевіряють та за потреби регулюють за допомогою зразків (див. 5.7.4.1.2) для кожної комбінації «плівка-субстрат» (особливо для кожного лакофарбового матеріалу).

5.7.4.3 Процедура

Товщину плівки вимірюють відповідно до інструкцій щодо застосування приладу. Товщину плівки зчитують безпосередньо з екрана чи розраховують відповідно до інструкцій виробника.

5.8 Акустичний метод

5.8.1 Принцип

В акустичному методі товщину плівки визначають за часом проходження ультразвукового імпульсу крізь покриття.

5.8.2 Сфера застосування

Акустичний принцип прийнятно для будь-яких комбінацій «плівка-субстрат».

Швидкість звуку має бути однаковою в окремих шарах та має помітно відрізнятися від швидкості звуку суміжних шарів і в субстраті.

Примітка. Неоднорідність у покритті (наприклад, наявність алюмінієвих глянцевців) та в субстраті (наприклад, дефекти деревини) можуть впливати на результат.

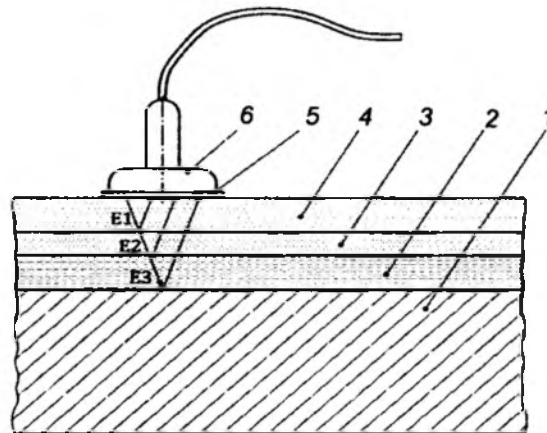
5.8.3 Загальні відомості

На акустичне поле можуть впливати геометрія субстрату (розміри, кривизна, шорсткість).

5.8.4 Метод 10 — ультразвуковий товщиномір

5.8.4.1 Опис приладу

Цей прилад має ультразвуковий випромінювач та приймач для визначення товщини плівки за часом проходження звуку (див. рисунок 20).



Умовні позначки:

- 1 — субстрат;
- 2 — покриття 1;
- 3 — покриття 2;
- 4 — покриття 3;
- 5 — прокладка;
- 6 — датчик (випромінювач та приймач);
- E — відбиті імпульси 1, 2, 3.

Рисунок 20 — Ультразвуковий товщиномір

5.8.4.2 Процедура

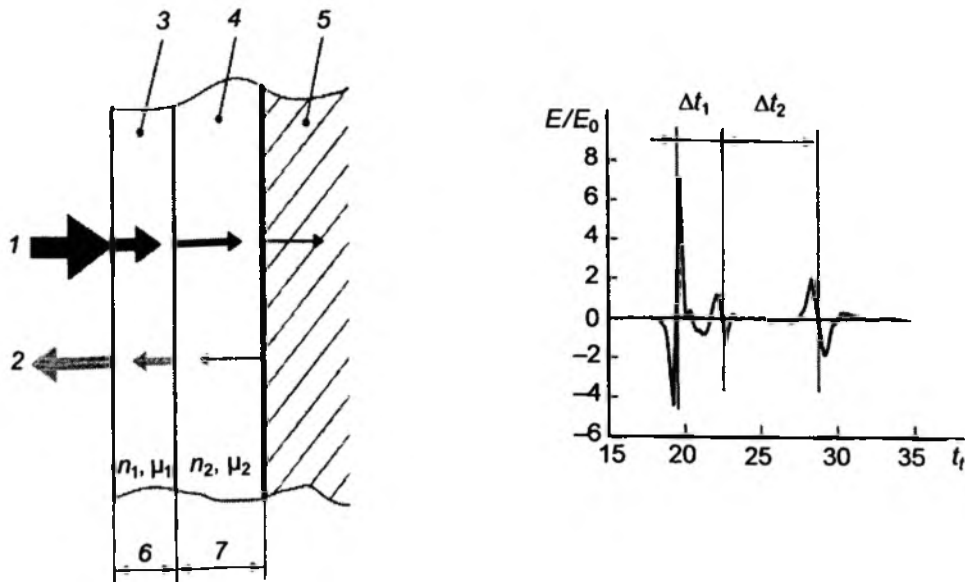
Прокладку кладуть на покриття, товщину якого вимірюють. Рівно встановлюють прилад робочою поверхнею на покриття. Вимірювання виконують на приладі відповідно до інструкцій.

5.9 Електромагнітний метод

5.9.1 Метод 11 — терагерцовий метод

5.9.1.1 Опис приладу

Прилад, що має терагерцовий випромінювач і терагерцовий приймач для визначення товщини плівки через сумарне значення розсіювань (див. рисунок 21).



а) схематична траєкторія випромінювання б) вимірювальна діаграма

Умовні позначки:

- 1 — проникнення терагерцового випромінювання;
- 2 — сума всіх відбитих імпульсів;
- 3 — плівка 2;
- 4 — плівка 1;
- 5 — субстрат;
- 6 — товщина плівки 2;
- 7 — товщина плівки 1;
- n_1, μ_1 — показник заломлення та/або коефіцієнт згасання плівки 2 для застосованого терагерцового діапазону випромінювання;
- n_2, μ_2 — показник заломлення та/або коефіцієнт згасання плівки 1 для застосованого терагерцового діапазону випромінювання;
- E/E_0 — відносна напруженість електричного поля;
- t — час, пікосекунд (пс);
- Δt_1 — поширення подвійного імпульсу першого відбиття у плівці 2;
- Δt_2 — поширення подвійного імпульсу першого відбиття у плівці 1.

Рисунок 21 — Принцип терагерцового вимірювання

Зразок піддають впливу періодичного терагерцового випромінювання та реєструють відбиті частини імпульсу. Фіксують сумарну кількість усіх відбитих імпульсів, а товщину окремих плівок розраховують з кривої цього імпульсу. Потрібною умовою цього розрахунку є знання констант n та μ для матеріалу кожної плівки.

5.9.1.2 Сфера застосування

Терагерцовий принцип вимірювання прийнятно для майже всіх комбінацій «плівка-субстрат». Однак шари чистого металу, наприклад гальванічні покриття, не може бути виміряно цим методом. Його може бути використано, зокрема, для визначення товщини окремих плівок у багатошаровій системі, якщо константи n та μ матеріалу окремих плівок суттєво відрізняються.

Мінімальна вимірювана товщина плівки становить приблизно 5 мкм. Мінімальна та максимальна вимірювана товщина плівки залежать від властивостей матеріалу покриття та субстрату, а також використовуваної вимірювальної системи.

5.9.1.3 Загальні відомості

Терагерцовий метод належить до неруйнівних.

6 ВИЗНАЧЕННЯ ТОВЩИНИ ШАРІВ НЕЗАТВЕРДЖЕНИХ ПОРОШКОВИХ ФАРБ

6.1 Загальні відомості

У додатку А наведено огляд методів, застосовуваних для визначення товщини шарів незатверджених порошкових фарб.

6.2 Гравіметричний метод

6.2.1 Принцип

Товщину шару незатвердженої порошкової фарби t_p (мкм) розраховують як різницю між масою пофарбованого та непофарбованого зразка за такою формулою:

$$t_p = \frac{m - m_0}{A \cdot \rho_p}, \quad (4)$$

де m_0 — маса непофарбованого зразка, г;

m — маса пофарбованого зразка, г;

A — площа пофарбованої поверхні, м²;

ρ_p — густина нанесеного незатвердженого порошкового лакофарбового матеріалу, г/см³.

Примітка. Густина порошкового лакофарбового матеріалу може бути визначено згідно з ISO 8130-2 та ISO 8130-3.

6.2.2 Сфера застосування

Гравіметричний метод має загальне застосування.

6.2.3 Загальні вимоги

Визначення з використанням гравіметричного принципу призводить до того, що середнє значення товщини плівки вище на суцільно пофарбованій площі поверхні. У разі нанесення порошкової фарби зворотну частину зразка може бути закрито, щоб запобігти похибкам вимірювання, які виникають за часткового фарбування зворотної частини.

6.2.4 Метод 12 — за різницею маси

6.2.4.1 Апаратура

Потрібні ваги з діапазоном зважування до 500 г й точністю до 1 мг.

6.2.4.2 Процедура

Спочатку зважують чистий непофарбований зразок, потім фарбують його й знову зважують. Товщину плівки розраховують за формулою (4). Друге зважування має бути виконано одразу після нанесення порошкової фарби.

6.3 Магнітні методи

6.3.1 Принцип

Товщину плівки визначають за взаємодією між магнітним полем та металевою поверхнею. Товщину плівки визначають за зміною магнітного поля.

6.3.2 Сфера застосування

Магнітні методи прийнятно для пофарбованих металевих поверхонь.

Для методу 13А субстрат має бути феромагнітним, а для методу 13В — неферомагнітним.

6.3.3 Загальні відомості

На створюване приладом магнітне поле можуть впливати такі чинники:

— конфігурація субстрату (розміри, кривизна, товщина);

— властивості субстрату (наприклад, магнітна проникність, провідність і властивості, отримані внаслідок попереднього підготування);

— шорсткість субстрату;

— інші магнітні поля (остаточний магнетизм субстрату та зовнішні магнітні поля).

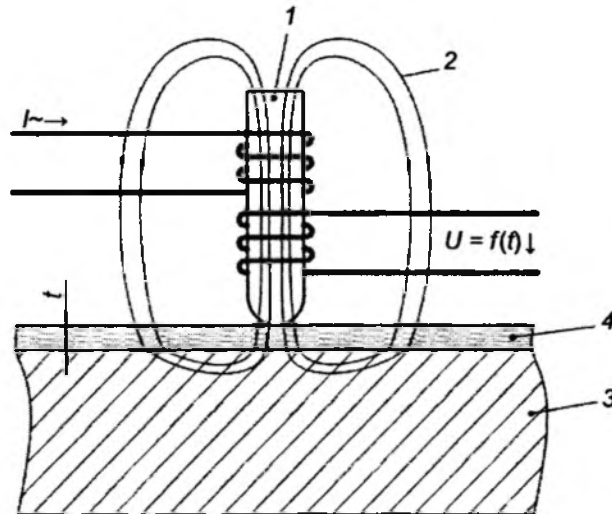
Вимірювання допустимо виконувати лише на рівних поверхнях.

6.3.4 Метод 13А — магнітно-індукційний метод

6.3.4.1 Опис приладу

Частиною приладу є електромагніт, за допомогою якого визначають товщину плівки за зміною магнітного поля в разі наближення до феромагнітної поверхні (див. рисунок 22). Низькочастотне (<1 кГц) змінне електромагнітне поле генерується електромагнітом.

Товщину покриття розраховують за зміною магнітного потоку.



Умовні позначки:
 1 — феромагнітне осердя контактного датчика;
 2 — змінне низькочастотне магнітне поле;
 3 — сталевий/залізний субстрат;
 4 — покриття;
 I — струм збудження;
 t — товщина;
 $U = f(t)$ — вимірювальний сигнал.

Рисунок 22 — Вимірювання товщини шару порошкового лакофарбового покриття на прикладі магнітно-індукційного контактного датчика

Вплив датчика на товщину шару незатвердженого порошку має бути мінімізовано під час установлення контактного датчика.

6.3.4.2 Процедура

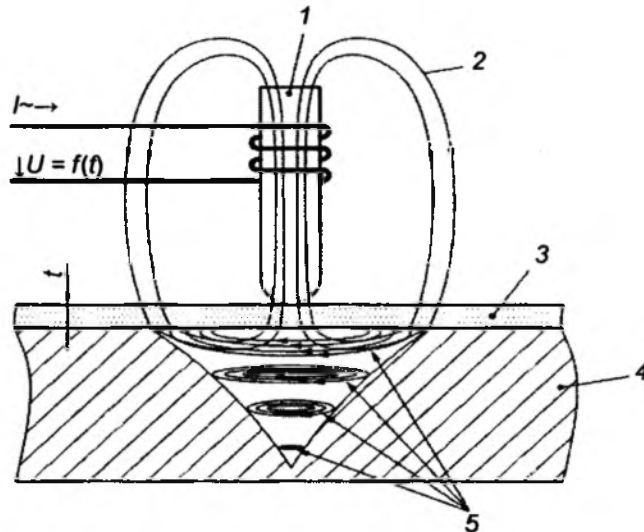
Прилад установлюють на покриття перпендикулярно до нього. Товщину покриття зчитують безпосередньо з екрана приладу чи розраховують відповідно до інструкцій виробника.

6.3.5 Метод 13В — вихровий струм

6.3.5.1 Опис приладу

Частиною цього приладу є електромагніт, за допомогою якого визначають товщину плівки за зміною в магнітному полі, спричиненою вихровими струмами в електропровідній поверхні (див. рисунок 23). Високочастотне (>1 кГц) змінне електромагнітне поле генерується електромагнітом.

Під час установлення датчика його вплив на товщину незатвердженого порошкового шару має бути мінімізовано.



- Умовні позначки:
- 1 — феромагнітне осердя контактного датчика;
 - 2 — змінне високочастотне магнітне поле;
 - 3 — покриття;
 - 4 — метал основи;
 - 5 — збуджений вихровий струм;
 - I — струм збудження;
 - $U = f(t)$ — вимірювальний сигнал;
 - t — товщина.

Рисунок 23 — Метод вихрового струму

6.3.5.2 Процедура

Прилад установлюють на покриття перпендикулярно до нього. Товщину покриття зчитують безпосередньо з екрана приладу чи розраховують відповідно до інструкції виробника.

6.4 Фототермічний метод

6.4.1 Принцип

Товщину плівки визначають за різницею в часі між випромінюванням теплових хвиль у напрямку до покриття та часом визначення відбитих хвиль (теплових чи ультразвукових) (див. рисунок 18).

Незалежно від типу використаного збудження чи методу визначення в основу всіх фототермічних методів покладено один і той самий принцип: періодичне чи пульсівне спрямування теплової енергії у зразок і подальше визначення локального зростання температури.

Вимірний інтервал часу порівнюють зі значенням, отриманим на приладі для плівки відомої товщини за визначених умов (енергія збудження, періоди та частота пульсації тощо) (див. 6.4.4.2).

6.4.2 Сфера застосування

Фототермічний принцип загалом прийнятно для всіх комбінацій «плівка–субстрат». Його також може бути застосовно для визначення товщини окремих шарів у багатошаровому покритті за умови, що шари достатньо відрізняються один від одного за їх тепловою провідністю та здатністю до відбиття.

Мінімальна потрібна товщина субстрату залежить від застосовуваної системи вимірювання (див. 6.4.4.1.1) та поєднання комбінації «плівка–субстрат».

6.4.3 Загальні відомості

Класифікація методів на руйнівні та неруйнівні залежить від призначення покриття. Поглинена покриттям тепла енергія може вплинути на покриття внаслідок локального нагрівання.

6.4.4 Метод 14 — визначення з використанням теплових властивостей

6.4.4.1 Прилад та стандартні зразки (вихідні еталони)

6.4.4.1.1 Система вимірювання

Для генерації теплових хвиль у лакофарбовому матеріалі та визначення термічних ефектів, що виникають у нагрітій ділянці зразка, є різноманітні методи (див. EN 15042-2 [28]). Як збуджувальні системи для лакофарбових покриттів переважно застосовують джерела теплового випромінювання (наприклад, лазери, світлодіоди, джерела світла з високим тепловим випромінюванням).

Для визначення використовують такі методи:

- визначення відбитого теплового випромінювання (фототермічні радіометри);
- визначення змін показника заломлення (у нагрітому повітрі над досліджуваною ділянкою);
- піроелектричне визначення (вимірювання теплового потоку).

6.4.4.1.2 Стандартні зразки

Для калібрування потрібні стандартні зразки з різними поглинальними (абсорбційними) властивостями та плівками різної товщини (див. EN 15042-2 [18]).

6.4.4.2 Верифікація

Вимірвальну систему перевіряють і за потреби регулюють за допомогою стандартних зразків (див. 6.4.4.1.2) для кожної комбінації «плівка-субстрат» (особливо для кожного лакофарбового матеріалу).

6.4.4.3 Процедура

Товщину плівки вимірюють відповідно до інструкцій щодо застосування приладу. Товщину плівки зчитують безпосередньо з екрана чи розраховують відповідно до інструкцій виробника.

7 ПРОТОКОЛ ВИПРОБУВАННЯ

Протокол випробування має містити таку інформацію:

- a) усю інформацію, потрібну для ідентифікації досліджуваної продукції (виробник, позначення, номер партії тощо);
- b) посилання на цей стандарт, тобто ISO 2808:2019;
- c) використаний метод і прилад;
- d) результати дослідження, охоплюючи результати окремих визначень та їхнє середнє значення;
- e) будь-які відхилення від визначеної процедури;
- f) будь-які деталі (аномалії), виявлені під час випробування;
- g) дату дослідження.

Протокол випробувань може також містити таку додаткову інформацію за потреби:

- h) особливості субстрату (матеріал, товщина, попереднє підготування);
- i) використаний для фарбування субстрату метод і чи це було одношарове покриття або багатошарова система;
- j) тривалість і умови сушіння/затвердження (охоплюючи гаряче сушіння) покриття та за потреби деталі будь-якого виконаного старіння перед вимірюванням товщини;
- k) відповідну площу поверхні, досліджувані площі та кількість вимірюваних ділянок на досліджуваній площі;
- l) середню товщину плівки та її стандартний відхил, місцеву товщину плівки та її стандартний відхил, мінімальну та максимальну місцеву товщину плівки.

ОГЛЯД МЕТОДІВ

Огляд методів, зазначених у цьому стандарті, наведено в таблицях А1, А2 та А3. Сферу застосування, чинні стандарти та розбіжність визначено для окремих методів. Якщо є стандарти для окремих методів, на них зроблено посилання.

Таблиця А.1 — Огляд: визначення товщини мокрої плівки

Принцип	Метод	Субстрат	Характеристика	Стандарт	Точність*
Механічний (4.2)	1 А Гребінчастий прилад (4.2.4)	Будь-який	Руйнівний. Вимірювання виконують одразу після нанесення покриття, доки воно не висухло	ASTM D 4414	—
	1 В Колісний прилад (4.2.5)	Будь-який		ASTM D 1212	—
	1 С Прилад з рухомим плунжером (4.2.6)	Будь-який		ISO 463 ISO 13102	—
Гравіметричний (4.3)	2 За різницею маси (4.3.4)	Будь-який	Неруйнівний. Вимірювання виконують одразу після нанесення покриття, доки воно не висухло. Потрібні дані щодо площі субстрату, його маси та густини лакофарбового матеріалу	ISO 3892	—
Фототермічний (4.4)	3 Теплові властивості (4.4.4)	Залежить від різниці в теплопровідності між субстратом і покриттям	Неруйнівний. Вимірювання виконують одразу після нанесення покриття, доки воно не висухло.	EN 15042-2	—

* Інформацію ґрунтовано на історичних даних виробника та користувача приладу; можливі відхилення.

Таблиця А.2 — Огляд: визначення товщини сухої плівки

Принцип	Метод	Субстрат	Сфера застосування	Стандарт	Точність*
Механічний (5.2)	4 А Різниця товщини (мікрометр/прилад з рухомим плунжером) (5.2.4)	Будь-який	Неруйнівний. Різниця між значенням для субстрату та покриття	ASTM D 1005 DIN 50933	Див. ASTM D 1005
	4 В Вимірювання глибини (мікрометр/прилад з рухомим плунжером) (5.2.5)	Будь-який		DIN 50933	—
	4 С Сканування профілю поверхні (профілометр) (5.2.6)	Будь-який		ISO 4518	—

Принцип	Метод	Субстрат	Сфера застосування	Стандарт	Точність ^a
Гравіметричний (5.3)	5 За різницею маси (5.3.4)	Будь-який	Неруйнівний. Потрібні дані щодо площі субстрату, його маси та густини лакофарбового матеріалу	—	—
Оптичний (5.4)	6 А Поперечний переріз (5.4.4)	Будь-який	Руйнівний. Субстрат має бути придатним для дряпання, свердління чи різання	ISO 1463	—
	6 В Клиноподібний зріз (5.4.5)	Будь-який		ISO 19399	—
	6 С Інтерферометрія білого світла (5.4.6)	Будь-який	Неруйнівний. Лише для прозорих, частково також для напівпрозорих покриттів	ISO 25176-604	—
Магнітний (5.5)	7 А Сила відривання (5.5.4)	Феромагнітний	Неруйнівний. Металевий субстрат	ISO 2178	—
	7 В.1 Зміна магнітного поля, яку вимірюють датчиком Хола (5.5.5)	Феромагнітний		ISO 2178	—
	7 В.2 Зміна магнітного поля, яку визначають за принципом магнітної індукції (5.5.6)	Феромагнітний		ISO 2178	Див. ISO 2178
	7 С Вихрового струму (5.5.7)	Неферомагнітний — металевий		ISO 2360	Див. ISO 2360
Радіологічний (5.6)	8 Метод розсіювання бета-випромінювання (5.6.4)	Будь-який	Неруйнівний. Використовують джерело радіоактивного випромінювання	ISO 3543	—
Фототермічний (5.7)	9 Теплове поширення (5.7.4)	Залежить від різниці в теплопровідності між субстратом і покриттям	Неруйнівний	EN 15042-2	—
Акустичний (5.8)	10 Ультразвуковий товщиномір (5.8.4)	Залежить від різниці між здатністю відбивати звукові хвилі субстратом і покриттям	Неруйнівний	ISO/TS 19397	—
Електромагнітний (5.9)	11 Терагерцовий (5.9.1)	Широко незалежний щодо субстрату; застосовний, якщо константи n та μ достатньо відрізняються одна від одної	Неруйнівний	—	—

^a Інформацію ґрунтовано на історичних даних виробника та користувача приладу; можливі відхилення.

				Стандарт	Точність*
Гравіметричний (6.2)	12 За різницею маси (6.2.4)	Будь-який	Неруйнівний. Потрібні дані щодо площі субстрату, його маси та густини лакофарбового матеріалу	ISO 3892	—
Магнітний (6.3)	13 А Принцип магнітної індукції (6.3.4)	Феромагнітний	Неруйнівний. Металевий субстрат	ISO 2178	—
	13 В Вихрового струму (6.3.5)	Неферомагнітний — металевий		ISO 2360	—
Фототермічний (6.4)	14 Теплове розсіювання (6.4.4)	Будь-який	Неруйнівний	EN 15042-2	—

* Інформацію ґрунтовано на історичних даних виробника та користувача приладу; можливі відхилення.

ВИМІРЮВАННЯ ТОВЩИНИ ПЛІВКИ НА ШОРСТКИХ ПОВЕРХНЯХ

В.1 Загальні відомості

Нерівність субстрату впливає на результат визначення товщини плівки. Тому для поверхонь абразивоструминного очищення застосовують особливі рекомендації. Якщо покриття нанесено на сталеву поверхню абразивоструминного очищення, вимірювання його товщини складніше, ніж для гладких поверхонь. На значення товщини плівки впливають властивості субстрату, які змінюються від точки до точки, та будова вимірювального обладнання. Застосовувані для налаштування приладів процедури на поверхнях абразивоструминного очищення на практиці призводять до суттєвих розбіжностей значень товщини сухої плівки.

Крім розбіжності значень на застосовуваному типі приладу, виставлення на нуль приладу на поверхні абразивоструминного очищення також створює такі проблеми, як:

- низька повторюваність;
- коливання виміряної товщини прокладки, розміщеної на такій поверхні (чим товстіша прокладка, тим більше удаване зростання товщини прокладки);
- неточність (похибка), що виникає, якщо невідома шорсткість сталевій поверхні.

Метою наведеного в цьому розділі методу є мінімізація розкиду значень і досягнення єдності у практиці вимірювання товщини покриттів на сталевих поверхнях абразивоструминного очищення. Метод визначає вимірювання товщини плівки із застосуванням приладу магнітно-індукційного типу, попередньо виставленого на нуль на гладкій сталевій поверхні.

Цим методом вимірюють товщину покриття від уявної площини, розташованої між піками та заглибленнями негладкого субстрату, зазвичай приблизно на 25 мкм нижче від піків (приблизно половина нерівності поверхні, вираженої як висота від основи до вершини піків поверхні абразивоструминного очищення), крім поверхонь, підготовлених до рівня поверхні, визначених як гладка згідно з ISO 8503-1.

Метод наводить визначення параметра репрезентативної товщини висушеного покриття на сталевій поверхні абразивоструминного очищення. Фактична товщина плівки, виміряна еталонним методом, має бути не менше ніж 25 мкм і, бажано, для обґрунтованих значень бути вищою, ніж 50 мкм.

Інші методи для визначення товщини покриття на шорстких поверхнях наведено в ISO 19840 [21].

В.2 Апаратура та матеріали

В.2.1 Прилад для вимірювання товщини плівки магнітно-індукційного типу, використовуваний у методі 7С (див. 5.5.7).

Апаратуру підібрано з обладнанням для розрахунку середнього стандартного відхилення вимірювань та інших статистичних параметрів; потрібно застосовувати обережно та переважно навченим у статистичних алгоритмах персоналом.

В.2.2 Перевірні прокладки плівкового типу товщиною, яка є наближеною до очікуваної товщини плівки, з прописаним значенням, що пов'язані з національними еталонами.

Під час використання несертифікованих прокладок дозволено виконувати їх перевірення на місці.

В.2.3 Гладка сталева пластина без вальцювальної окалини та іржі завтовшки щонайменше 1,2 мм, однакової магнітної природи з пофарбованою сталлю.

В.3 Методика вимірювання

В.3.1 Перевірення

Перед застосуванням прилад перевіряють і за потреби налаштовують відповідно до інструкцій виробника, використовуючи гладку сталеву пластину, яку перед використанням має бути відполіровано наждаковим папером зернистістю 400 для видалення всіх осередків і продуктів корозії. Перевірні прокладки розміщують між датчиком та гладкою сталеву пластину. Використовують перевірні прокладки меншої та більшої товщини від очікуваної товщини плівки.

В.3.2 Вимірювання

Вимірювання на сухому покритті має бути виконано відповідно до інструкцій виробника для гладкої сталі. Щодо кількості зчитування показів див. В.3.3.

В.3.3 Кількість зчитування показів

Доцільно зняти щонайменше три покази, рівномірно розміщені на кожній досліджуваній ділянці.

Додатково рекомендовано зняти покази на двох досліджуваних ділянках на квадратний метр для плоских пластин, на чотирьох — на кожен погонний метр для смуг, на двох — на кожен погонний метр для фланців і на двох чи більше — на погонний метр для труб (залежно від діаметра труби).

Загальнорекомендованим є зняття більшої кількості показів для зразків, призначених для прибережних та інших морських робіт

ДОДАТОК С (довідковий)

ЧИННИКИ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ТОЧНІСТЬ ДАНИХ, ОТРИМАНИХ ПІД ЧАС ВИМІРЮВАННЯ НА ДЕРЕВ'ЯНИХ СУБСТРАТАХ

С.1 Загальні відомості

Деревину як субстрат для покриттів потрібно розглядати як шорстку порівняно з іншими матеріалами, такими як метали чи пластмаси. Отже, вимірювання товщини сухої плівки покриттів на деревині зазвичай призводить до більшої розбіжності результатів. Деревина як матеріал природного походження має порівняно складні анатомічні структури на оброблюваній поверхні, які потребують кращого врахування та керування під час випробування. Сукупність вимірювань товщини сухої плівки покриттів на деревині виявила потребу в кращому визначенні межі чи поверхні контакту між деревиною та покриттям як основи для вимірювань.

Цей додаток наводить чинники, що впливають на вимірювання товщини сухої плівки покриттів на деревині, охоплюючи випадкову вибірку та визначення позицій для вимірювання, якщо матеріал покриття проник у дерево чи деревні волокна стирчать з поверхні.

С.2 Випадкова вибірка

Щонайменше десять точок вимірювання має бути рівномірно розташовано по ширині вимірюваного зразка (пластина чи лускоподібні зразки). Під час зняття лускоподібних зразків для вимірювання товщини плівки покриття рекомендовано зняти три луски плівки покриття в трьох різних місцях, розташованих рівномірно по ширині пластини. Луски не потрібно знімати близько до країв пластини. Виконують п'ять вимірювань на кожній з трьох лусок, обчислюють і записують середнє значення та стандартний відхил у мікрометрах (див. рисунок С.1). На рисунку С.1 зображено пластини для натурних випробувань згідно з EN 927-3 та ISO 16053. Пластини мають герметичні торці.

Луски потрібно розташовувати рівномірно по ширині пластини (а), але їх не потрібно знімати близько до країв чи торців пластини (b).



Рисунок С.1 — Розміщення лусок на пластині

Позиції вимірювання потрібно встановлювати довільно, без надання переваги ранній чи пізній деревині. Вимірювання потрібно виконувати з рівномірним інтервалом для забезпечення репрезентативності. Якщо вимірювання в певній точці є складним, вибирають наступну заплановану позицію.

С.3 Проникний лакофарбовий матеріал

Для твердих порід деревини з грубими порами вимірювання виконують біля відкритих судин на поверхні деревини. Місця, де лакофарбовий матеріал проник у відкриті судини, не повинні бути включеними до вимірювань. Незалежно від того, де виконують вимірювання, лакофарбовий матеріал, який проник у відкриті судини, не враховують (див. рисунок С.2).

Вимірювання потрібно виконувати поруч із відкритими судинами (а), лакофарбовий матеріал, який проник у відкриті судини, не враховують (b).



Рисунок С.2 — Вимірювання на пористих субстратах

Для хвойних (м'яких) порід деревини вимірювання виконують у верхніх точках поверхні деревини, тобто від країв стінок клітин на поверхні деревини, утворених у процесі механічного оброблення. Незалежно від того, де заплановано вимірювання, матеріал покриття, який проник у трахеїди, не враховують. Див. рисунок С.3.

Вимірювання потрібно виконувати від країв стінок клітин на поверхні деревини, яку було обрізано в процесі оброблення (а), лакофарбовий матеріал, що проник у відкриті судини, не враховують (b).



Рисунок С.3 — Вимірювання на хвойних породах деревини

Одиничні волокна деревини, що стирчать з поверхні в плівці покриття, не потрібно розглядати як місця для вимірювання.

Примітка. Поодинокі волокна деревини, що стирчать з поверхні, можуть бути слабкими місцями плівки покриття, наприклад у процесі випробування на стійкість до впливу погодних умов.

С.4 Орієнтування вимірювання

Вимірювання має бути орієнтовано перпендикулярно до випробовуваної поверхні.

Вимірювання потрібно виконувати поруч із відкритими судинами (а), лакофарбовий матеріал, який проник у відкриті судини, не враховують (b).



Рисунок С.2 — Вимірювання на пористих субстратах

Для хвойних (м'яких) порід деревини вимірювання виконують у верхніх точках поверхні деревини, тобто від країв стінок клітин на поверхні деревини, утворених у процесі механічного оброблення. Незалежно від того, де заплановано вимірювання, матеріал покриття, який проник у трахеїди, не враховують. Див. рисунок С.3.

Вимірювання потрібно виконувати від країв стінок клітин на поверхні деревини, яку було обрізано в процесі оброблення (а), лакофарбовий матеріал, що проник у відкриті судини, не враховують (b).



Рисунок С.3 — Вимірювання на хвойних породах деревини

Одиничні волокна деревини, що стирчать з поверхні в плівці покриття, не потрібно розглядати як місця для вимірювання.

Примітка. Поодинокі волокна деревини, що стирчать з поверхні, можуть бути слабкими місцями півки покриття, наприклад у процесі випробування на стійкість до впливу погодних умов.

С.4 Орієнтування вимірювання

Вимірювання має бути орієнтовано перпендикулярно до випробовуваної поверхні.

БІБЛІОГРАФІЯ

- 1 ISO 463 Geometrical Product Specifications (GPS) — Dimensional measuring equipment — Design and metrological characteristics of mechanical dial gauges
- 2 ISO 1463 Metallic and oxide coatings — Measurement of coating thickness — Microscopical method
- 3 ISO 2178, Non-magnetic coatings on magnetic substrates — Measurement of coating thickness — Magnetic method
- 4 ISO 2360 Non-conductive coatings on non-magnetic electrically conductive base metals — Measurement of coating thickness — Amplitude-sensitive eddy-current method
- 5 ISO 2811-1 Paints and varnishes — Determination of density — Part 1: Pycnometer method
- 6 ISO 2811-2 Paints and varnishes — Determination of density — Part 2: Immersed body (plummet) method
- 7 ISO 2811-3 Paints and varnishes — Determination of density — Part 3: Oscillation method
- 8 ISO 2811-4 Paints and varnishes — Determination of density — Part 4: Pressure cup method
- 9 ISO 3233-1 Paints and varnishes — Determination of the percentage volume of non-volatile matter — Part 1: Method using a coated test panel to determine non-volatile matter and to determine dry film density by the Archimedes principle
- 10 ISO 3233-2 Paints and varnishes — Determination of the percentage volume of non-volatile matter — Part 2: Method using the determination of non-volatile-matter content in accordance with ISO 3251 and determination of the dry film density on coated test panels by the Archimedes principle
- 11 ISO 3233-3 Paints and varnishes — Determination of the percentage volume of non-volatile matter — Part 3: Determination by calculation from the non-volatile-matter content determined in accordance with ISO 3251, the density of the coating material and the density of the solvent in the coating material
- 12 ISO 3543 Metallic and non-metallic coatings — Measurement of thickness — Beta backscatter method
- 13 ISO 3892 Conversion coatings on metallic materials — Determination of coating mass per unit area — Gravimetric methods
- 14 ISO 4518 Metallic coatings — Measurement of coating thickness — Profilometric method
- 15 ISO 8130-2 Coating powders — Part 2: Determination of density by gas comparison pycnometer (referee method)
- 16 ISO 8130-3 Coating powders — Part 3: Determination of density by liquid displacement pycnometer
- 17 ISO 13102 Geometrical product specifications (GPS) — Dimensional measuring equipment: Electronic digital-indicator gauge — Design and metrological characteristics
- 18 ISO 15189:2007¹⁾ Medical laboratories — Requirements for quality and competence
- 19 ISO 16053 Paints and varnishes — Coating materials and coating systems for exterior wood — Natural weathering test
- 20 ISO/TS 19397 Determination of the film thickness of coatings using an ultrasonic gage
- 21 ISO 19399 Paints and varnishes — Wedge-cut method for determination of film thickness (scribe and drill method)
- 22 ISO 19840 Paints and varnishes — Corrosion protection of steel structures by protective paint systems — Measurement of, and acceptance criteria for, the thickness of dry films on rough surfaces
- 23 ISO 25178-604 Geometrical product specifications (GPS) — Surface texture: Areal — Part 604: Nominal characteristics of non-contact (coherence scanning interferometry) instruments
- 24 ISO/IEC Guide 99:2007 International vocabulary of metrology — Basic and general concepts and associated terms (VIM)
- 25 ASTM D1005 Standard Test Method for Measurement of Dry Film Thickness of Organic Coatings Using Micrometers
- 26 ASTM D1212 Standard Test Methods for Measurement of Wet Film Thickness of Organic Coatings
- 27 ASTM D4414 Standard Practice for Measurement of Wet-film thickness by Notch Gages
- 28 EN 927-3 Paints and varnishes — Coating materials and coating systems for exterior wood — Part 3: Natural weathering test
- 29 EN 15042-2 Thickness measurement of coatings and characterization of surfaces with surface waves — Part 2: Guide to the thickness measurement of coatings by photothermic method
- 30 DIN 50933 Measurement of coating thicknesses — Measurement of the thickness of coatings by difference measurement using a stylus instrument.

¹ На цей час вилучено. Потрібно застосовувати ISO 15189:2012.

НАЦІОНАЛЬНЕ ПОЯСНЕННЯ

ISO 463 Геометричні характеристики виробів (GPS). Прилади для вимірювання розмірів. Конструкція та метрологічні характеристики механічних приладів з круговою шкалою

ISO 1463 Покриття металеві та оксидні. Вимірювання товщини покриття. Метод з використанням мікроскопа

ISO 2178 Немагнітні покриття на магнітних субстратах. Вимірювання товщини покриття. Магнітний метод

ISO 2360 Непровідні покриття на немагнітних струмопровідних основних матеріалах. Вимірювання товщини покриття. Метод вихрових струмів

ISO 2811-1 Фарби та лаки. Визначення густини. Частина 1. Пікнометричний метод

ISO 2811-2 Фарби та лаки. Визначення густини. Частина 2. Метод зануреного тіла

ISO 2811-3 Фарби та лаки. Визначення густини. Частина 3. Осциляційний метод

ISO 2811-4 Фарби та лаки. Визначення густини. Частина 4. Метод стискання у циліндрі

ISO 3233-1 Фарби та лаки. Визначення об'ємної частки нелетких речовин. Частина 1. Метод визначення частки нелетких речовин та густини сухої плівки за законом Архімеда з використанням тестової пластини з покриттям

ISO 3233-2 Фарби та лаки. Визначення об'ємної частки нелетких речовин. Частина 2. Метод з використанням визначення вмісту нелетких речовин згідно з ISO 3251 та густини сухої плівки за законом Архімеда з використанням тестової пластини з покриттям

ISO 3233-3 Фарби та лаки. Визначення об'ємної частки нелетких речовин. Частина 3. Визначення розрахунком на основі вмісту нелетких речовин згідно з ISO 3251, густини лакофарбового матеріалу та густини розчинника в лакофарбовому матеріалі

ISO 3543 Покриття металеві та неметалеві. Вимірювання товщини покриття. Метод відбитих бета-променів

ISO 3892 Конверсійні покриття на металевих матеріалах. Визначення маси покриття на одиницю площі. Гравіметричні методи

ISO 4518 Покриття металічні. Вимірювання товщини покриття. Профілометричний метод

ISO 8130-2 Порошкові лакофарбові матеріали. Частина 2. Визначення густини газовим пікнометром (арбітражний метод)

ISO 8130-3 Порошкові лакофарбові матеріали. Частина 3. Визначення густини рідинним пікнометром

ISO 13102 Геометричні характеристики виробів (GPS). Прилади для вимірювання розмірів: електронні пристрої з цифровою індикацією. Конструкція та метрологічні характеристики

ISO 15189:2012 Медичні лабораторії. Вимоги до якості та компетенції

ISO 16053 Фарби та лаки. Лакофарбові матеріали та системи покриттів для дерев'яних поверхонь зовнішнього застосування. Натурні випробування на атмосферостійкість

ISO/TS 19397 Визначення товщини покриття за допомогою ультразвукового пристрою

ISO 19399 Метод клиноподібного зрізу для визначення товщини плівки (метод прорізування та буріння)

ISO 19840 Фарби та лаки. Захист від корозії сталевих конструкцій захисними лакофарбовими системами. Вимірювання та критерії прийнятності товщини сухих плівок покриття на шорстких поверхнях

ISO 25178-604 Геометричні характеристики виробів (GPS). Текстура поверхні: локальна. Частина 604. Номінальні властивості безконтактних (когерентна сканувальна інтерферометрія) інструментів

ISO/IEC Guide 99:2007 Міжнародний словник з метрології. Основні та загальні поняття і відповідні терміни

ASTM D 1005 Стандартний метод випробування для вимірювання товщини сухої плівки органічних покриттів з використанням мікрометрів

ASTM D 1212 Стандартні методи випробування для вимірювання товщини мокрої плівки органічних покриттів з використанням мікрометрів

ASTM D 4414 Стандартна практика вимірювання товщини мокрої плівки проникними пристроями

EN 927-3 Фарби та лаки. Лакофарбові матеріали та системи покриттів для дерев'яних поверхонь зовнішнього застосування. Частина 3. Натурні випробування на атмосферостійкість

EN 15042-2 Вимірювання товщини покриттів і зняття параметрів поверхні з поверхневих хвиль. Частина 2. Керівництво для вимірювання товщини покриттів фототермічним методом

DIN 50933 Вимірювання товщини покриття визначенням нерівностей за допомогою приладу із щупом.

ДОДАТОК НА
(довідковий)

**ПЕРЕЛІК НАЦІОНАЛЬНИХ СТАНДАТІВ УКРАЇНИ, ІДЕНТИЧНИХ МІЖНАРОДНИМ
ТА ЄВРОПЕЙСЬКИМ НОРМАТИВНИМ ДОКУМЕНТАМ,
ПОСИЛАННЯ НА ЯКІ Є В ЦЬОМУ СТАНДАРТІ**

ДСТУ EN 927-3:2015 Фарби та лаки. Лакофарбові матеріали та системи покриттів для дерев'яних поверхонь зовнішнього застосування. Частина 3. Натурні випробування на атмосферостійкість (EN 927-3:2012, IDT)

ДСТУ ISO 4618:2014 Фарби та лаки. Терміни та визначення понять (ISO 4618:2006, IDT)

ДСТУ ISO 2811-2:2015 Фарби та лаки. Визначення густини. Частина 2. Метод занурення (ISO 2811-2:2011, IDT)

ДСТУ ISO 2811-3:2015 Фарби та лаки. Визначення густини. Частина 3. Осциляційний метод (ISO 2811-3:2011, IDT)

ДСТУ ISO 2811-4:2015 Фарби та лаки. Визначення густини. Частина 4. Метод стискання у циліндрі (ISO 2811-4:2011, IDT)

ДСТУ ISO 3233-1:2015 Фарби та лаки. Визначення об'ємної частки нелетких речовин. Частина 1. Метод визначення частки нелетких речовин та густини сухої плівки за законом Архімеда з використанням тестових пластин з покриттям (ISO 3233-1:2013, IDT)

ДСТУ ISO 3233-2:2020 (ISO 3233-2:2019, IDT) Фарби та лаки. Визначення об'ємної частки нелетких речовин. Частина 2. Метод з використанням визначення вмісту нелетких речовин згідно ISO 3251 та густини сухої плівки за законом Архімеда з використанням тестових пластин з покриттям

ДСТУ ISO 3233-3:2015 Фарби та лаки. Визначення об'ємної частки нелетких речовин. Частина 3. Визначення розрахунком на основі вмісту нелетких речовин згідно з ISO 3251, густини лакофарбового матеріалу та густини розчинника у лакофарбовому матеріалі (ISO 3233-3:2015)

ДСТУ ISO 16053:2019 (ISO 16053:2018, IDT) Фарби та лаки. Лакофарбові матеріали та системи покриттів для дерев'яних поверхонь зовнішнього застосування. Натурні випробування на атмосферостійкість

ДСТУ ISO 19840:2015 Фарби та лаки. Захист від корозії сталевих конструкцій захисними лакофарбовими системами. Вимірювання й критерії прийнятності товщини сухих плівок покриття на шорстких поверхнях (ISO 19840:2012, IDT).

Код згідно з ДК 004: 87.040

Ключові слова: фарби, лаки, покриття, плівка, товщина.