

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**

до виконання лабораторних робіт  
з навчальної дисципліни

***«ХІМІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ ОДЕРЖАННЯ  
ЛАКОФАРБОВИХ ПОКРИТЬ»***

*(для студентів 1 курсу денної та заочної форм навчання другого  
(магістерського) рівня вищої освіти  
за спеціальністю 161 – Хімічні технології та інженерія)*

**Харків  
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова  
2020**

Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Хімічні технології одержання лакофарбових покриттів» (для студентів 1 курсу денної та заочної форм навчання другого (магістерського) рівня вищої освіти за спеціальністю 161 – Хімічні технології та інженерія) / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова; уклад. : Г. І. Гуріна, С. В. Нестеренко. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2020. – 46 с.

Укладачі : Г. І. Гуріна, С. В. Нестеренко

Рецензент

**О. О. Мураєва**, кандидат хімічних наук, доцент Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова

*Рекомендовано кафедрою хімії, протокол № 3 від 28.10.2019.*

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	<b>4</b>
<b>Заходи безпеки при виконанні лабораторних робіт. Протипожежна техніка</b> .....	<b>6</b>
<b>Лабораторна робота № 1 Дослідження властивостей компонентів лакофарбових матеріалів</b> .....	<b>9</b>
1.1 Вимоги та норми на лакофарбовий матеріал.....	9
1.2 Визначення прозорості компонентів лакофарбових матеріалів.....	11
1.3 Визначення колірного числа плівкоутворювачів (олії).....	11
1.4 Визначення масової частки сухого залишку плівкоутворювачів.....	11
1.5 Визначення вмісту вологи і летких речовин в плівкоутворювачах на основі рослинних олій.....	12
1.6 Визначення умовної в'язкості лакофарбового матеріалу.....	13
1.7 Визначення кислотного числа рослинних олій та оліф на їх основі.....	15
1.8 Підготовка лакофарбового матеріалу до нанесення.....	16
<i>Завдання до лабораторної роботи № 1</i> .....	16
<b>Лабораторна робота № 2 Виготовлення зразків рідких лакофарбових матеріалів і дослідження їх властивостей</b> .....	<b>16</b>
2.1 Приготування рідкого лакофарбового матеріалу.....	16
2.2 Візуальний метод визначення покриттості ЛФМ із застосуванням чорно-білої шахової дошки.....	20
2.3 Визначення норм витрат лакофарбового матеріалу.....	22
2.4 Визначення товщини плівки покриття ваговим методом.....	23
2.5 Визначення товщини плівки покриття із використанням мікрометра.....	23
2.6 Визначення товщини лакофарбових покриттів товщиномером MGR-A-10FE (MINI).....	26
<i>Завдання до лабораторної роботи № 2</i> .....	27
<b>Лабораторна робота № 3 Методика отримання покриттів лакофарбових матеріалів та визначення швидкості їх висихання</b> .....	<b>28</b>
3.1 Методика одержання покриттів лакофарбових матеріалів.....	28
3.2 Визначення швидкості висихання лакофарбового матеріалу.....	28
3.3 Звіт про виконання лабораторної роботи.....	31
<i>Завдання до лабораторної роботи № 3</i> .....	31
<b>Лабораторна робота № 4 Дослідження властивостей плівок покриттів лакофарбових матеріалів</b> .....	<b>31</b>
4.1 Визначення блиску лакофарбового покриття.....	31
4.2 Визначення твердості лакофарбового покриття.....	32
4.3 Визначення міцності плівок покриттів на вигин (гнучкість або еластичність).....	35
4.4 Визначення адгезійної міцності лакофарбових покриттів.....	37
4.5 Визначення міцності лакофарбових покриттів при ударі.....	39
4.6 Визначення вологовбирання (водопоглинання).....	41
4.7 Визначення водостійкості лакофарбових покриттів.....	42
4.8 Визначення солестійкості лакофарбових покриттів.....	43
4.9 Визначення кислотостійкості (крапельний метод) лакофарбових покриттів.....	43
4.10 Визначення теплостійкості плівки покриття.....	43
<i>Завдання до лабораторної роботи № 4</i> .....	44
<b>СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</b> .....	<b>45</b>

## ВСТУП

Лабораторний практикум з курсу «Хімічні технології одержання лакофарбових покриттів» виконується студентами спеціальності 161 – Хімічні технології та інженерія у обов'язку відповідно до робочої програми.

Мета лабораторного практикуму – закріплення теоретичних положень курсу з технології одержання лакофарбових покриттів, а також придбання навичок експериментального дослідження основних фізико-хімічних показників плівкоутворювачів, пігментів, розчинників, пластифікаторів, лакофарбових матеріалів і покриттів на їх основі з використанням стандартних методик, що використовуються на діючих виробництвах.

### *Форма звітності і контроль знань студентів*

Перед виконанням лабораторної роботи студент повинен ознайомитися з її змістом, матеріалом теоретичного курсу, методикою виконання роботи і виконання розрахунків, а також з правилами техніки безпеки при виконанні конкретної роботи.

Підготовленість студента до виконання лабораторної роботи визначає викладач за результатами співбесіди та оформлення лабораторного журналу і допускає (чи не допускає) його до виконання роботи.

В ході роботи студент робить записи в лабораторному журналі за наступною схемою:

- назва і мета роботи;
- характеристика вихідних матеріалів і обладнання;
- хід виконання роботи;
- звіт про роботу, що включає результати дослідів, спостереження, розрахунки, графіки, таблиці;
- аналіз результатів і висновки.

Після виконання лабораторної роботи студент показує викладачу одержані продукти і результати, які оформляються в лабораторному журналі. Звіт про лабораторну роботу повинен бути написаний грамотно та акуратно і містити всі зазначені розділи. Після цього викладач проводить бесіду зі студентом і оцінює роботу двома оцінками – за теоретичні знання і за техніку її виконання.

При роботі в лабораторії студент повинен твердо знати і виконувати всі правила з техніки безпеки, зберігати тишу, чистоту і точність у роботі.

Викладач повинен допускати студентів до роботи тільки після проходження інструктажу і вивчення ними правил техніки безпеки, про що робиться запис у спеціальному журналі. Викладач, студент і обов'язково присутній на заняттях працівник навчально-допоміжного персоналу кафедри (лаборант, старший лаборант, інженер) обов'язково повинні знаходитися в лабораторії в халатах і при необхідності мати гумові рукавички.

### **Заходи безпеки при виконанні лабораторних робіт**

У лабораторії нанесення покриттів, при роботі з шкідливими і вогненебезпечними матеріалами, для забезпечення безпеки при роботі кожен студент повинен строго виконувати правила з техніки безпеки, протипожежної техніки і внутрішнього розпорядку, уважно ставитися до вказівок викладача.

Перед початком лабораторних занять викладач знайомить студентів з правилами техніки безпеки і протипожежної техніки, з відповідними друкованими інструкціями щодо роботи з лакофарбовими матеріалами і обладнанням лабораторії. Про отриманні інструктажі кожний студент ставить свій підпис в журналі з техніки безпеки.

### **Загальні правила роботи в лабораторії**

1. Не працюйте в лабораторії без халата; не кладіть особисті речі на лабораторний стіл, а прибирайте їх в спеціально відведене місце. Утримуйте робоче місце в чистоті.

2. Не паліть, не приймайте їжу і не пийте воду під час роботи в лабораторії.
3. Під час роботи дотримуйтесь тиші, порядку, чистоти, раціонально плануйте свою роботу, ведіть її точно, акуратно, без поспіху.
4. Не приступайте до роботи без дозволу викладача або лаборанта.
5. Забороняється працювати в лабораторії одному.
6. Акуратно і обережно поведіться з хімічним посудом, реактивами і приладами. Щоб уникнути нещасних випадків через можливий викид реакційної суміші – не заглядайте в пробірку або колбу зверху.
7. Не працюйте з брудним посудом і не залишайте його не вимитим.
8. Будьте обережні при роботі з легкозаймистими речовинами. Легкозаймісті рідини, органічні розчинники: бензин, бензол, ацетон, ефір і ін. оберігайте від відкритого вогню.
9. Роботу з отруйними речовинами проводьте в витяжній шафі.
10. Не залишайте ніяких речовин в посуді без етикеток.
11. При зважуванні сухих реактивів не висипайте їх прямо на чашу терезів.
12. Про всі нещасні випадки треба негайно повідомити викладача або лаборанта.
13. Лабораторія повинна бути забезпечена аптечками, що містять необхідні медикаменти для надання першої допомоги постраждалим.

### **Роботи з легкозаймистими речовинами**

У лабораторії доводиться користуватися вогненебезпечними розчинниками, такими, як ацетон, ефіри й ін. Працювати з цими речовинами потрібно особливо обережно, так як їх пари можуть утворювати пароповітряні вибухонебезпечні суміші і легко займатися.

Необхідно пам'ятати і виконувати наступне:

- 1) не тримати ці розчинники поблизу вогню, в теплому місці або близько від нагрівальних приладів;
- 2) не нагрівати їх на відкритому вогні, поблизу вогню або у відкритих емностях, а тільки на водяній бані із зворотним водяним холодильником;

- 3) не зберігати їх в тонкостінній посуді з щільно закритою пробкою;
- 4) не виливати в раковину;
- 5) якщо в лабораторії з якої-небудь причини виявилось пролито велика кількість легкозаймистої рідини, то необхідно відключити нагрівальні прилади, відкрити вікна і зібрати ганчіркою пролиту рідину.

### **Протипожежна техніка**

При виникненні пожежі негайно вимкніть нагрівальні прилади, при беріть з приміщення всі горючі речовини, засипте піском або закрийте протипожежним рядном вогнище пожежі і забезпечте термінову передачу інформації до пожежної охорони про те, що трапилось. Засоби зв'язку: міський телефон на вахті, в деканаті, на кафедрі. Запам'ятайте і дотримуйтесь правил протипожежної безпеки.

1. Засоби пожежогасіння: вогнегасники, пісок, кошма, що не згорає і інші – завжди повинні бути в справному стані і перебувати в постійній готовності.

2. Використання протипожежного інвентарю не за призначенням забороняється.

3. Доступ до засобів пожежогасіння повинен бути завжди вільний.

4. Електродвигуни гасять піском або вогнегасниками. Напруга на них негайно вимикається. Загоряння розчинників ліквідують вуглекислотними пінними вогнегасниками, піском. Розчинні у воді розчинники, такі, як спирт, ацетон і інші, можна гасити водою.

5. Якщо горить у воді нерозчинна речовина (наприклад, ефір, бензол, бензин, скипидар), то воду застосовувати для гасіння пожежі не можна, так як пожежа не тільки не буде ліквідовано, але навіть вона може посилитися. В цьому випадку полум'я слід гасити піском або використовувати вогнегасник, який є в лабораторії.

6. У разі займання одягу необхідно накинути на потерпілого халат або ковдру.

## **Перша допомога при опіках, отруєннях та інших нещасних випадках**

1. При легких термічних опіках шкіру слід обмити спиртом, а потім змастити гліцерином або вазеліном. При більш сильних опіках обпечене місце після обмивання концентрованим розчином перманганату калію і спиртом необхідно змастити маззю від опіків (наприклад, сульфідиновою емульсією).

2. При опіках міцними кислотами потрібно негайно обмити обпечене місце великою кількістю води, а потім 3 %-вим розчином соди або нашатирного спирту.

3. При опіках міцними лугами шкіру треба промити водою, а потім нейтралізувати 1%-вим розчином борної кислоти. Аміак майже не діє на шкіру, однак при потраплянні в очі може викликати сильне ушкодження і навіть сліпоту.

4. При випадковому попаданні реактивів всередину рекомендується, випити велику кількість води. Поряд з цим необхідно використовувати 5% –вий розчин двовуглекислого натрію.

5. При отруєнні необхідно винести потерпілого на свіжий повітря, зробити штучне дихання і викликати лікаря.



Лабораторна робота № 1 Дослідження властивостей компонентів  
лакофарбових матеріалів

**Мета роботи:** оволодіти стандартними методиками дослідження властивостей рідких лакофарбових матеріалів (оліф, емалей, ґрунтовок, лаків та ін.).

1.1 Вимоги та норми на лакофарбовий матеріал

Починати роботу з лакофарбовим матеріалом слід з аналізу інформації у науково-технічній літературі на матеріал. Необхідні данні з науково-технічних джерел інформації заносять до таблиці 1. Наприклад, при використанні для аналізів емалі ПФ-115 таблиця 1 повинна мати наступний вигляд.

Таблиця 1 – Вимоги та норми на матеріал ПФ-115 білого кольору за ГОСТ 6465-76 (вищій гатунок) (марка матеріалу та ДСТУ або ТУ У)

№ з/п	Назва показника	Норма для матеріалу	Метод вимірювання
1	2	3	4
1.	Умовна в'язкість за ВЗ-246, с	80–120	За ГОСТ 8420-74
2.	Масова доля нелетких речовин, %	62–68	За ГОСТ 17537-72
3.	Ступінь перетиру, мкм, не більше	10	За ГОСТ 6589-74
4.	Укривістість сухої плівки, г/м <sup>2</sup> , не більше	60	За ГОСТ 8784-75
5.	Час висихання до ст. 3 при температурі (20±2)°С, год, не більше	8	За ГОСТ 19007-73
6.	Еластичність плівки, мм, не більше	1	За ГОСТ 6806-73
7.	Міцність плівки при ударі, см, не більше	50	За ГОСТ 4765-67
8.	Твердість плівки, ум. од.	0,35	За ГОСТ 5233-67
9.	Адгезія плівки, бали, не більше	1	За ГОСТ 15140-78

## Продовження таблиці 1

1	2	3	4
10.	Робоча в'язкість по ВЗ-246, с	28–30 У суміші сольвента та нефраса 1:1	За ГОСТ 8420-74
11.	Час тверднення покриття , год, не більше: – для вимірювання твердості при температурі (20±2) °С; – для визначення здатності покриття шліфуватися при температурі 105-110°С з наступною витримкою при температурі (20±2) °С протягом 2 годин.	48      1	За ГОСТ19007-73
12.	Кількість шарів покриття для вимірювання: – кольору, зовнішнього вигляду, блиску, часу тверднення, еластичності, міцності при ударі, твердості, стійкості покриття до статичної дії води, розчину миючого засобу, здатності до шліфовки	1	За ГОСТ 6465-76
13.	Товщина шару покриття, мкм	18–23	За ГОСТ 6465-76

## 1.2 Визначення прозорості компонентів лакофарбових матеріалів

**Прилади, реактиви:** мірний циліндр ємкістю 100 мл або 200 мл; бавовняна або соняшникова олія.

**Здійснення дослідження.** Для визначення прозорості 100 мл олії (лаку або розчиннику) наливають в циліндр і залишають у стані спокою при кімнатній температурі протягом 2 годин. Відстояний матеріал розглядають у прямому та у відбитому світлі на білому фоні. Зразок вважається прозорим, якщо не має завислих частинок. Бавовняна олія вважається прозорою, якщо не має завислих частинок у верхній половині стовпа олії в циліндрі.

## 1.3 Визначення колірному числа плівкоутворювачів (олії)

**Прилади, реактиви:** йодометрична шкала.

**Здійснення дослідження.** Метод визначення колірному числа за шкалою стандартних розчинів йоду базується на порівнянні інтенсивності забарвлення досліджуваного зразка олії з забарвленням розбавлених розчинів йоду.

Колір світлих рослинних олій (крім бавовняної) характеризується колірним числом, яке визначається кількістю міліграмів вільного йоду, який вміщується в 100 мл стандартного розчину йоду та який має при однаковій з олією товщині шару в 1 см таку ж саму інтенсивність забарвлення, як і олія.

В пробірку діаметром 10 мм наливають відфільтровану олію та порівнюють інтенсивність кольору олії з кольором стандартних розчинів йоду.

Колірне число матеріалу, що досліджується приймають рівним колірному числу еталонів, які мають однакове забарвлення з досліджуваним матеріалом.

## 1.4 Визначення масової частки сухого залишку лакофарбового матеріалу

Метод базується на підігріванні зразка ЛФМ при встановленій температурі та протягом встановленого терміну або до досягнення постійної

маси і визначення масової частки летких і нелетких сполук за різницею результатів зважування до та після нагрівання.

**Прилади, реактиви:** шафа сушильна с терморегулятором, який забезпечує підтримання необхідної температури з похибкою не більше  $\pm 2$  °С; ваги лабораторні технічні з похибкою вимірювання не більше  $\pm 0,02$  г; чашки з пласким дном з білої або чорної жерсті або алюмінію товщиною від 0,2 до 0,5 мм, діаметром від 50 до 90 мм і висотою бортика від 5 до 10 мм, або скляні чашки Петрі діаметром 40 або 100 мм; ексикатор з осушувачем (наприклад, кальцій хлористий технічний прокалений).

**Здійснення дослідження.** Маса зразка, температура і час витримки при температурі визначається типом лакофарбового матеріалу (ЛФМ), що досліджується (повинна бути вказана в нормативно-технічній документації на ЛФМ). Якщо вказівок немає, в чашки відбирають проби масою 1,80–2,20 г та їх нагрівають протягом 3 годин при температурі  $(105 \pm 2)$ °С до постійної маси. Розходження між двома останніми зважуваннями не повинно перевищувати 0,01 г.

Одночасно проводять не менш ніж два паралельних випробування.

#### 1.5 Визначення вмісту вологи і летких речовин в лакофарбових матеріалів на основі рослинних олій

**Прилади, реактиви:** шафа сушильна с терморегулятором, яка забезпечує підтримання необхідної температури з похибкою не більше  $\pm 0,5$  °С; ваги лабораторні технічні з похибкою вимірювання не більше  $\pm 0,02$  г.

**Здійснення дослідження.** Чашки з пласким дном з білої або чорної жерсті або алюмінію товщиною від 0,2 до 0,5 мм, діаметром від 50 до 90 мм і висотою бортика від 5 до 10 мм, або скляні чашки Петрі діаметром 40 або 100 мм.

Вміст вологи і летких речовин визначається методом висушування наважки 2–3 г олії при температурі 100–105 °С до постійної маси.

Вміст води і летких речовин ( $X$ ) в % визначають за формулою:

$$X = (m_B/m) \times 100, \quad (1.1)$$

де  $m_B$  – маса води і летких речовин в г, визначається як різниця маси стаканчика з олією до висушування  $m_1$  в г і маси стаканчика з олією після висушування  $m_2$  в г;

$m$  – наважка олії до висушування, г.

$$m_B = m_1 - m_2 \quad (1.2)$$

## 1.6 Визначення умовної в'язкості лакофарбового матеріалу

**Прилади:** віскозиметр типу ВЗ-246 (рис. 1.1) з діаметром сопла 2, 4 і 6 мм і ємкістю не менше  $(100 \pm 1)$  см<sup>3</sup>; секундомір з похибкою не більше  $\pm 0,2$  с.



Рисунок 1.1 – Віскозиметр типу ВЗ-246

**Здійснення дослідження.** За умовну в'язкість лакофарбових матеріалів, які здатні до самовільної текучості, приймають час безперервного витікання в секундах визначеного об'єму досліджуваного матеріалу через каліброване сопло віскозиметра типу ВЗ-246.

Зразок досліджуваного матеріалу перед визначенням умовної в'язкості ретельно перемішують, запобігаючи при цьому утворенню пухирців повітря. Досліджуваний матеріал повинен бути однорідним. Для видалення сторонніх домішок зразок фільтрують через сито і безпосередньо перед вимірюванням ретельно перемішують.

Перед використанням віскозиметр і особливо сопло ретельно очищають з

використанням розчинника. Дослідження проводять при температурі повітря  $(20 \pm 2)$  °С.

Віскозиметр поміщають в штатив і за допомогою рівнеміра устанавлюють в горизонтальному положенні. Під сопло віскозиметра ставлять стакан для збору ЛФМ, місткість якого не менша місткості віскозиметра. Отвір сопла закривають пальцем, досліджуваній матеріал наливають в віскозиметр з надлишком, щоб утворився випуклий меніск над верхнім краєм віскозиметра. Наповнюють віскозиметр повільно, щоб запобігти утворення в ЛФМ бульбашок повітря. Надлишок матеріалу видаляють за допомогою скляної пластинки шляхом переміщення її по верхньому краю віскозиметра в горизонтальному напрямку.

Відкривають отвір сопла і одночасно з появою досліджуваного матеріалу із сопла включають секундомір. В момент першого переривання струменя досліджуваного матеріалу секундомір зупиняють і визначають час витікання ЛФМ.

За результат дослідження приймають середнє арифметичне трьох результатів досліджень.

В таблиці 1.1 вказаний оптимальний час витікання ЛФМ з віскозиметра з соплами різного діаметра, а на рисунку 1.2 залежність переходу від умовної до кінематичної в'язкості.

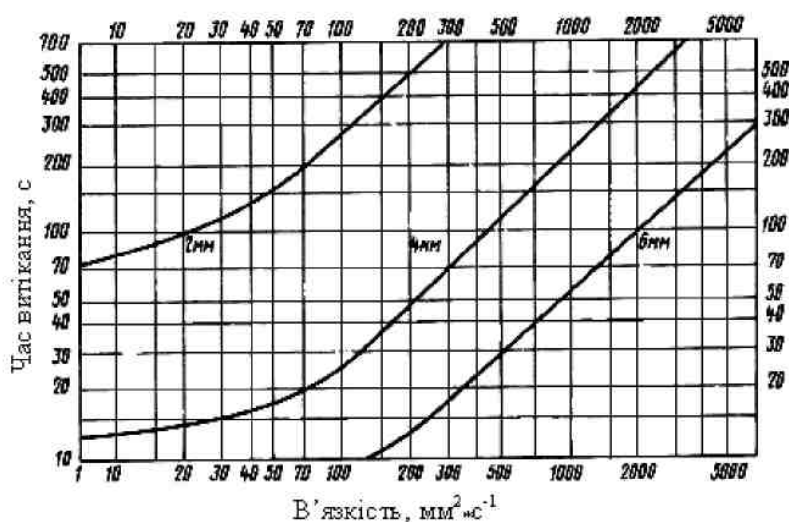


Рисунок 1.2 – Залежність часу витікання (с) від в'язкості ( $\text{мм}^2/\text{с}$ ) лакофарбового матеріалу в віскозиметрах з різним діаметром сопла

Таблиця 1.1 – Оптимальний час витікання ЛФМ з віскозиметра з соплами різного діаметра

Тип віскозиметра	Діаметр сопла віскозиметра, мм	Оптимальний діапазон часу витікання, с
ВЗ-246	2	Від 70 до 300
	4	Від 20 до 200
	6	Від 20 до 200

### 1.7 Визначення кислотного числа рослинних олій та оліф на їх основі

**Прилади, реактиви і матеріали:** ваги лабораторні; колби конічні об'ємом 250 мл; бюретки місткістю 5, 25, 50 см<sup>3</sup>; папір фільтрувальний, лабораторний; 0,1н водний або спиртовий розчин КОН або NaOH; суміш розчинників (спирто-ефірна або спирто-хлороформна); 1%-вий спиртовий розчин фенофталеїну.

**Здійснення дослідження.** Кислотне число – це кількість міліграмів гідроксиду калію (KOH) необхідного для нейтралізації вільних жирних кислот, які знаходяться в 1 г олії. Кислотне число рафінованих олій складає ~ 0,4, а в технічних більше 6,0.

Визначення кислотного числа базується на титруванні проби олії 0,1 н водним розчином гідроксиду лужного металу в присутності індикатора (1%-вий розчин фенофталеїну). В якості розчинника використовується спирто-ефірна суміш.

Готують її з двох частин діетилового ефіру і однієї частини ізопропанолу (або 96 %-вого етилового спирту) з додаванням 5 крапель розчину фенофталеїну на 50 мл суміші. Суміш з 1–5 грамовою наважкою олії нейтралізують 0,1н водним розчином КОН до появи світло-рожевого забарвлення, яке не зникає протягом 30 с. За результатами титрування визначають кислотне число (*КЧ*) в мг КОН/г за формулою:

$$КЧ = (5,611 \cdot V_k) / m, \quad (1.3)$$

де 5,611 – коефіцієнт, який відповідає масі КОН в 1 мл 0,1н розчину КОН (якщо для титрування використовують NaOH, то він перемножується на 1,4);

*k* – поправка до титру 0,1н розчину КОН;

*V* – об'єм 0,1 н розчину КОН, який пішов на титрування, мл;

*m* – маса олії, г.

## 1.8 Підготовка лакофарбового матеріалу до нанесення

Після аналізу даних таблиці 1 про вимоги та норми досліджуваного лакофарбового матеріалу відповідно до стандартів на матеріал обирають метод нанесення лакофарбового матеріалу та за допомогою зазначених у нормативно-технічній літературі розчинників розводять лакофарбовий матеріал та перевіряють його в'язкість при температурі  $(20 \pm 0,5)$  °С. В'язкість при нанесенні лакофарбового матеріалу повинна бути в межах 28–30 с.

## ЗАВДАННЯ ДО ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

### Лабораторна робота № 1

1. Визначити показники заданих викладачем лакофарбових матеріалів, наповнювачів і пігментів.
2. Зробити висновки щодо відповідності одержаних характеристик вимогам стандартів та іншої науково-технічної документації.

### Лабораторна робота № 2 Виготовлення зразків рідких лакофарбових матеріалів і дослідження їх властивостей

#### 2.1 Приготування рідкого лакофарбового матеріалу (суспензії наповнювачів і пігментів в плівкоутворювачі)

**Прилади, реактиви:** млин лабораторний бісерний з частотою обертів валу мішалки  $(3000 \pm 250)$  хв<sup>-1</sup>; скляний бісер діаметром  $(1,7 \pm 0,3)$  мм, стійкий до абразивного зносу не менш 93 %; паличка скляна; ваги лабораторні за ГОСТ 24104-88 3-го класу точності з найбільшою межею зважування 1000 г; уайт-спірит (нефрас-С4-155/200) за ГОСТ 3134-78; лак ПФ-060 (ПФ-064) в'язкістю 60–80 с по віскозиметру ВЗ-246 за ГОСТ 9070-75 з діаметром сопла 4 мм, розбавлений до масової частки летких сполук 30 %.

**Здійснення досліджень.** В стакан бісерного млина поміщають 80 см<sup>3</sup> скляного бісеру та 65г рідкого плівкоутворювача (алкідний лак, оліфа або розчин нафтополімерної смоли).



Необхідна кількість скляного бісеру та рідкого плівкоутворювача може коректуватись викладачем в залежності від мети досліджень.

Обертаючи стакан, змочують бісер рідким плівкоутворювачем, потім додають необхідну кількість попередньо зважених сухих компонентів лакофарбового матеріалу (наповнювачів і пігментів). Отриману композицію в стакані ретельно перемішують скляною паличкою, потім поміщають стакан під мішалку бісерного млина і закріплюють у тримач. Стакан закривають кришкою і включають бісерний млин. В залежності від типу пігменту диспергування виконують протягом 20–30 хвилин.

Після закінчення процесу диспергування отриману суспензію переливають у герметичну ємкість, а бісер та оснастку бісерного млина ретельно промивають уайт-спіритом.

### ***Визначення ступеня перетирання лакофарбового матеріалу***

Визначення ступеню перетирання лакофарбового матеріалу виконують приладом «Клин» (гриндометром).

***Прилади, реактиви:*** прилад для визначення ступеня перетирання лакофарбового матеріалу «Клин» (рис. 2.1).

Прилад «Клин» (гриндометр) складається з вимірювальної плити с клиноподібним пазом, паралельним подовжній осі, та скребка.

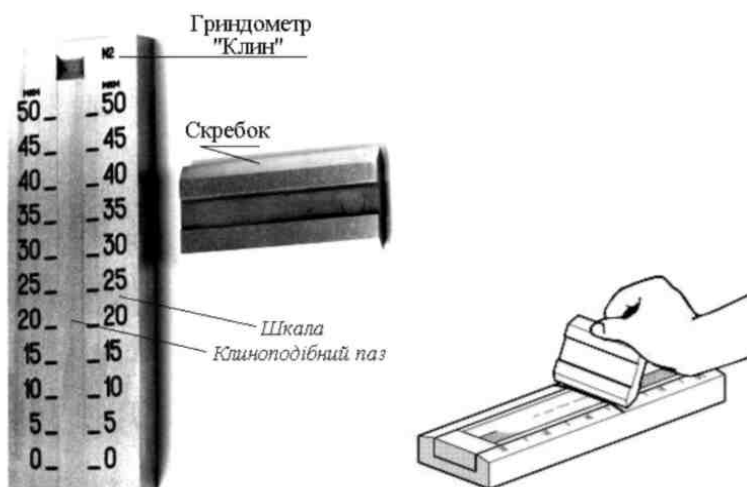


Рисунок 2.1 – Прилад для визначення ступеня перетирання ЛФМ

**Здійснення дослідження.** Ступінь перетирання ґрунтівок, емалей і фарб визначають за межею частинок та агломератів, які можна побачити на поверхні шару, який досліджується. Ступінь перетирання густотертих і водоемульсійних фарб, а також шпаклівок визначають за межею початку штрихів.

Вимірнювальну плиту приладу «Клин» (гриндометра) встановлюють на горизонтальну поверхню. Матеріал, що досліджується ретельно перемішують а потім містять за верхню межу приладу у кількості, якої достатньо для заповнення всього пазу, при цьому запобігають попаданню в ЛФМ бульбашок повітря.

Потім встановлюють скребок перпендикулярно до вимірнювальної поверхні за межею пазу в який поміщений ЛФМ. З невеликим натиском скребок переміщують під кутом  $90^\circ$  до вимірнювальної поверхні з рівномірною швидкістю за час не більше 3 с від максимального значення шкали за нуль, при цьому паз повинен бути повністю заповнений шаром ЛФМ, а вимірнювальна поверхня повинна бути чистою.

Поверхню шару ЛФМ зразу роздивляються на світлі у напрямку перпендикулярному довжині пазу, під кутом зору  $20\text{--}30^\circ$ , і за час не більше 6 визначають положення межі видимих частинок і агломератів або початку штрихів. Визначають показники шкали приладу, яка відповідає цій межі.

Затрата часу на одне визначення (з моменту поміщення досліджуваного матеріалу за верхню межу шкали приладу до кінця огляду) не повинна перевищувати 10 с. Межу видимих частинок та агломератів визначають за положенням верхнього краю смуги шириною 2–3 мм, на якій можна побачити від 5 до 10 частинок і агломератів. Окремі частинки і агломерати, що розташовані поза межею основної кількості частинок, не враховуються (спосіб А). Графічне зображення оцінювання результатів показано на рисунку 2.2.

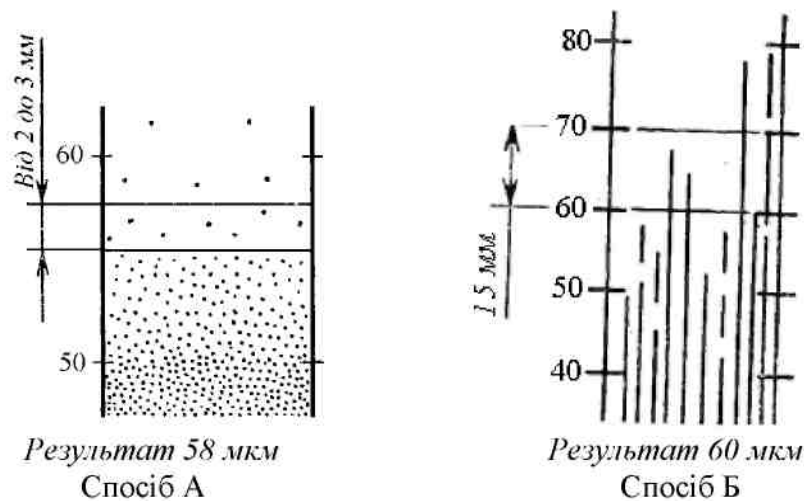


Рисунок 2.2 – Графічне зображення оцінювання результатів

Межу початку штрихів, що розташовані в напрямку від більшої поділки шкали до 0, визначають за місцем появи третього безперервного, який доходить по глибині до металу, якщо немає інших вказівок в нормативно-технічній документації на досліджуваний матеріал (спосіб Б). Окремий безперервний штрих, який починається на відстані більше 15 мм від інших штрихів, до розгляду не приймають.

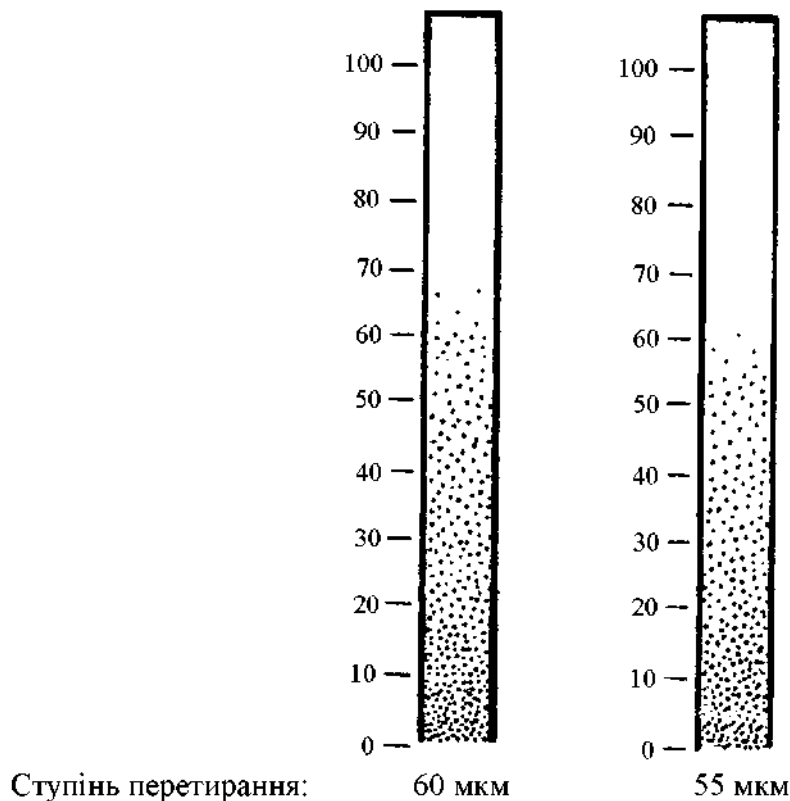


Рисунок 2.3 – Приклади визначення положення межі значної кількості окремих частинок і агрегатів пігментів і наповнювачів

## 2.2 Візуальний метод визначення покривності ЛФМ із застосуванням чорно-білої шахової дошки

**Прилади і матеріали:** скляні пластинки розміром 90 x 120 мм; товщиною 1.2–1.8 мм; щіточка; аплікатор або інше обладнання для нанесення лакофарбового матеріалу товщиною не більше 20 мкм, дошка шахова (рис. 2.4).

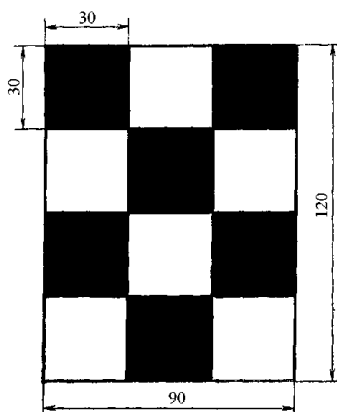


Рисунок 2.4 – Дошка шахова

**Здійснення досліджень.** Сутність методу заключається в нанесенні шарів ЛФМ на скляну пластинку до припинення просвічування чорних і білих квадратів шахової дошки, яка підкладається під скляну пластинку. Метод призначений для визначення покривності емалей, фарб, в висушених і невисушених покриттях, а також пігментів в невисушених покриттях.

Для визначення покривності ЛФМ розводять до робочої в'язкості.

У випадку визначення покривності пігментів, їх розтирають з натуральною лляною оліфою, потім пігментну пасту розводять оліфою до отримання матеріалу здатного до застосування.

На попередньо зважену (з похибкою 0,0002 г) скляну пластинку наносять один або 2 шари ЛФМ. Потім пластину підкладають під шахову дошку і при відбитому світлі спостерігають, чи просвітлюється межа між чорними та білими квадратами. Якщо просвітлюється, то наносять додаткові шари ЛФМ, доки ця межа не зникне.

Після повного покриття офарблену пластинку зважують. Перед зважуванням необхідно зняти надлишки ЛФМ зі зворотної сторони платини та ребер.

Обробка результатів досліджень. Покривність висушеної плівки ( $D$ ) в  $\text{г}/\text{м}^2$  розраховують за формулою:

$$D = \frac{(m_1 - m_0) \cdot 10^6}{S},$$

де  $m_0$  – маса нефарбленої скляної пластинки, г;

$m_1$  – маса пластинки з висушеною плівкою, г;

$S$  – площа скляної пластинки,  $\text{мм}^2$ .

Покривність невисушеної, лакофарбової плівки ( $D_H$ ), в  $\text{г}/\text{м}^2$  розраховують за формулою:

$$D_H = \frac{(m'_1 - m_0) \cdot 10^6}{S},$$

де  $m'_1$  – маса пластинки з невисушеним ЛФМ, г.

Покривність висушеної плівки в перерахунку на ЛФМ ( $D_M$ ), в  $\text{г}/\text{м}^2$  розраховують за формулою:

$$D_M = \frac{D \cdot 100}{X},$$

де  $X$  – вміст нелетких сполук в ЛФМ, %.

Покривність пігменту ( $D$ ), в  $\text{г}/\text{м}^2$  розраховують за формулою:

$$D = \frac{(m_1 - m_0) \cdot m_i \cdot 10^6}{S \cdot (m_s + m_n)},$$

де  $m_n$  – маса пігменту в фарбі, г;

$m_s$  – маса оліфи, витраченої на виготовлення фарби з пігменту.

У всіх випадках за результат досліджень приймають середнє арифметичне трьох паралельних визначень, припустимі розходження між якими не повинна перевищувати 5 %.

### 2.3 Визначення норм витрат лакофарбового матеріалу

Завданням даної роботи є розрахувати питомі норми лакофарбових матеріалів та перевірити отримані дані експериментально.

При розрахунковому методі питому норму витрат ЛФМ, зокрема максимально допустиму кількість матеріалу для нанесення покриття визначеної товщини на 1 м<sup>2</sup> поверхні, визначають виходячи з основних фізико-хімічних показників ЛФМ і покриттів на їх основі, а також з урахуванням способу нанесення покриття за формулою

$$N_y = \frac{\rho \cdot h \cdot 100}{p(1-k)},$$

де  $\rho$  – густина сухої плівки покриття, г/см<sup>3</sup>;

$h$  – товщина покриття, мкм;

$p$  – сухий залишок лакофарбового матеріалу, %;

$k$  – коефіцієнт втрат.

При визначенні питомої норми витрати ЛФМ експериментальним шляхом, фіксують витрату ЛФМ на стандартних зразках, попередньо очищених, обезжирених та висушених при температурі 110–120 °С, потім охолоджених в ексикаторі та зважених. Для отримання точніших даних використовують максимальну кількість зразків (не менше 6).

Товщину ЛФМ визначають після повного висихання покриття. При цьому товщину покриття заміряють в 5 різних точках (по діагоналі) пластини.

Після закінчення вимірювань розраховують норми витрат ЛФМ за формулою

$$N_y = \frac{0.1 \cdot Q}{S},$$

де  $Q$  – витрати лакофарбового матеріалу, кг;

$S$  – площа зразків, м<sup>2</sup>;

$p$  – сухий залишок лакофарбового матеріалу, %;

$k$  – коефіцієнт втрат.

## 2.4 Визначення товщини плівки покриття ваговим методом

Визначення товщини плівки покриття ваговим методом виконується у відповідності до ГОСТу 8784-75.

Цей метод застосовують у тому випадку, коли неможливо заміряти товщину плівки покриття іншими методами. При цьому враховують тільки корисно використаний лакофарбовий матеріал, необхідний для отримання на поверхні покриття необхідної товщини.

Скляну пластинку з покриттям зважують з похибкою не більше 0,0001 г. Потім на пластинці ретельно відмічають квадрат розміром 50x50 мм, охайно механічним способом видаляють з середини квадрату плівку покриття і пластинку знову зважують.

Товщину покриття ( $H$ ) в міліметрах розраховують за формулою:

$$H = \frac{(m_1 - m_2) \cdot 10^3}{S \cdot \rho},$$

де  $m_1$  – маса пластини з лакофарбовим покриттям, г;

$m_2$  – маса пластини з частково видаленим лакофарбовим покриттям з квадрату розміром 50 x 50 мм, г;

$S$  – площа видаленого покриття, мм<sup>2</sup> (у даному випадку 2 500 мм<sup>2</sup>);

$\rho$  – густина плівки покриття, г/см<sup>3</sup>.

## 2.5 Визначення товщини плівки покриття із використанням мікрометра

В залежності від типу матеріалу, на який наноситься лакофарбове покриття, використовують різні інструментальні способи визначення його товщини.

Для визначення товщини лакофарбового покриття на склі або на пластині з немагнітного матеріалу, а також товщини вільної лакофарбової плівки

використовують індикатор, гвинтовий або важільний мікрометр загальнопромислового використання або прилад для вимірювання товщини лакофарбової плівки.

Для визначення товщини шару лакофарбового покриття на феромагнітних матеріалах використовують вимірювач товщини плівки типу ВТП-1, на немагнітних матеріалах – ТПН-1У. В деяких випадках для контролю лакофарбового покриття необхідно заміряти товщину рідкого шару лакофарбового покриття. Для цього використовують вимірювач товщини сирого шару ВТСП-1.

Найбільш доступним та простим є визначення товщини лакофарбового покриття за допомогою мікрометра.

Товщину плівки визначають за різницею товщини пластини з покриттям і товщини пластини без покриття. Визначення товщини покриття здійснюється в такій послідовності.

Перед нанесенням лакофарбового покриття в декількох місцях заміряють товщину пластини. Для цього паперовий трафарет з вирізаними в місцях вимірювання круглими отворами накладають на пластинку і виконують вимірювання. Після цього на пластинку наносять лакофарбовий матеріал і сушать його у відповідності до технічних умов. Потім виконують вимірювання товщини пластинки з лакофарбовим покриттям за трафаретом. Різниця між другим і першим вимірюванням і є товщиною лакофарбового покриття. Товщину покриття визначають як середнє арифметичне 5–6 вимірювань.

З більшою точністю виміряти товщину покриття можна методом «косого зрізу». Суть методу полягає в наступному. Роблять зріз деталі як вказано на рисунку 2.5.



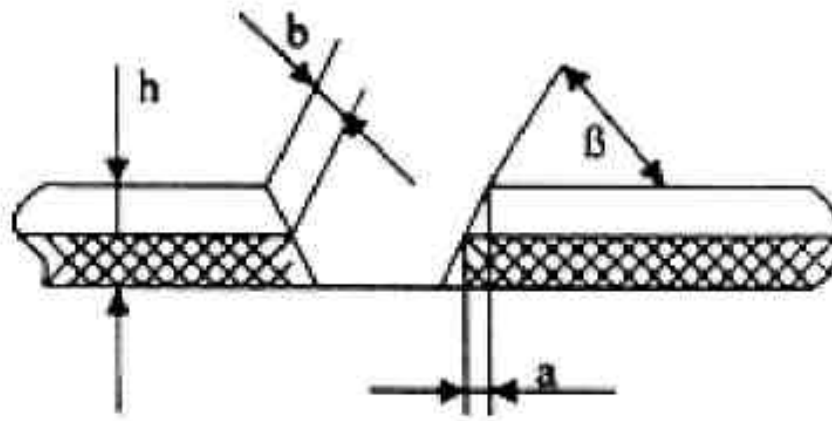


Рисунок.2.5 – Вимірювання товщини покриття методом «косого зрізу»

Визначивши ширину зрізу  $b$ , або його горизонтальної проекції  $a$  і знаючи величину кута  $\beta$ , неважко визначити товщину покриття  $h$  за формулою:

$$h = b \cdot \sin\beta = a \cdot \operatorname{tg}\beta .$$

Методика вимірювання товщини лакофарбового покриття

Лак, емаль або фарбу наносять на попередньо підготовані зразки скла розміром  $150 \times 200$  мм (3–5 шт.) з розрахунку  $100 \text{ г/м}^2$ ;  $150 \text{ г/м}^2$ ;  $200 \text{ г/м}^2$ . Пластинки скла з нанесеним лакофарбовим матеріалом поміщають у термошафу при температурі  $60\text{--}80^\circ\text{C}$  на 1–2 години. Після сушки (твердіння) покриття за допомогою мікрометра вимірюють товщину пластини з покриттям не менше ніж у чотирьох точках.

Товщина покриття  $B(\text{п})$  у даному випадку буде дорівнювати:

$$h = h - h_0,$$

де  $h$  – середнє арифметичне чотирьох вимірювань товщини пластини з лакофарбовим покриттям у різних точках, мкм.

## Визначення товщини лакофарбових покриттів товщиномером

### MGR-A-10FE (MINI)

Товщиномір фарби являє собою пристрій для вимірювання товщини лакофарбового покриття, завдяки чому можна зробити висновок про якість покриття.



Технічні характеристики: А-10-Fe Одиниці виміру 10um (0,01 мм).

Діапазон 990 um (0,99 мм) – максимальне значення товщини.

Вимірювання може проводитись на сталі (оцинкованої сталі).

Вимірюється шар: фарби, шпатлівки, фольги, пластику, ламінату.

Живлення – рекомендується батарея 9В лужна акумуляторна батарея (6LR61) або акумулятор.

Включення приладу – натисніть кнопку  $\text{\textcircled{R}}$  близько 1 секунди до появи на дисплеї цифр. Зверніть увагу! кнопка  $\text{\textcircled{R}}$  Натисніть і утримуйте більше 1 секунди, як тільки з'явилися цифри, відпустіть кнопку. Через деякий час на екрані з'явиться два тире «-». Прилад готовий до використання.

Проведення вимірювань – вимірювальна пластина товщиномера повинна бути нанесена на поверхню злегка натиснута і утримуватися при постійному навантаженні, при цьому прилад вимірює відстань від поверхні зонда до поверхні металу – товщину покриття. Важливо, щоб зонд і поверхня вимірюваного покриття були чистими, частинки бруду можуть збільшити похибка вимірювання.



Калібрування – в разі помилкових вимірювань прилад може бути самостійно відкалібрувати, для виконання калібрування додається пластина (Fe-200um). Процедура калібрування: Натисніть і утримуйте кнопку  $\text{\textcircled{R}}$  протягом 10 секунд, на дисплеї відображається порядковий номер 90, 80, 70, 60, 50, 40, 30, 20, 10 підзаголовком «HL», «Fe» після чого треба відпустити кнопку  $\text{\textcircled{R}}$ , встановіть рівно пластину калібрування зонда Fe-200um і натисніть  $\text{\textcircled{R}}$ . Зараз товщинометр відкалібрований, ви можете приступити до проведення вимірювань.

Виключення – натисніть кнопку  $\text{\textcircled{R}}$  на екрані з'явиться повідомлення «OFF», а потім вимкнеться прилад, прилад може бути вимкнений сам по собі, при низькому заряді батареї на екрані висвітиться напис «BA OFF» в цьому випадку необхідно замінити батареї на нові.

**Зверніть увагу! Вимірювання може бути неточне внаслідок впливу мобільного телефону (під час розмови на відстані до метра), або іншого обладнання, що генерує сильні електромагнітні поля.**

## Завдання до лабораторної роботи № 2

1. Приготувати зразки рідких ЛФМ.

Дослідити властивості приготовлених зразків ЛФМ і порівняти їх з характеристиками промислових зразків, вказаними в їх сертифікатах якості.

## Лабораторная работа № 3 Методика отримання покриттів лакофарбових матеріалів та визначення швидкості їх висихання

### 3.1 Методика одержання покриттів лакофарбових матеріалів

Після аналізу даних таблиці 1 про вимоги та норми досліджуваного лакофарбового матеріалу відповідно до стандартів на матеріал обирають метод нанесення лакофарбового матеріалу та за допомогою зазначених у нормативно-технічній літературі розчинників розводять лакофарбовий матеріал та перевіряють його в'язкість при температурі  $(20 \pm 0,5) ^\circ\text{C}$ . При нанесенні матеріалів методом наливу пластинку розташовують під кутом  $45^\circ$  до горизонталі для стікання зайвого матеріалу впродовж 10–15 хвилин, а потім переносять у термошафу, де проводять тверднення покриття в горизонтальному положенні при заданих температурі та часі тверднення. При нанесенні лакофарбового матеріалу методом занурення внаслідок стікання зайвого матеріалу з вертикально розташованого зразка товщина верхньої частини зразка буде меншою за товщину нижньої частини. Для одержання зразка з однаковою товщиною по всій довжині його слід перевернути на  $180^\circ$  та нанести на зразок другий шар покриття, тому треба скорегувати робочу в'язкість матеріалу для одержання заданої товщини покриття. Для одержання вільних плівок лакофарбового матеріалу його наносять методом наливу на тефлонову або поліетиленову поверхню, з яких легко відокремити висушену вільну плівку. Відокремлену вільну плівку перевіряють на суцільність та на відсутність дефектів у вигляді отворів та тріщин.

### 3.2 Визначення швидкості висихання лакофарбового матеріалу

Швидкість висихання характеризує швидкість утворення плівки покриття в стандартних умовах. Розрізняють висихання «від пилу» і висихання повне.

Висиханням «від пилу» вважають такий стан пофарбованої поверхні, на плівці якої не затримуються пилоподібні частки, а при легкому натисканні ватного тампона до плівки – не прилипають волокна вати.

Повне висихання характеризується утворенням на пофарбованій поверхні міцної еластичної плівки, здатної чинити опір (протистояти) механічним впливам.

Прилади й матеріали:

Оліфа або фарба, яку випробовують, спеціальна шафа, скляна пластинка, платівка зі сталі або чорної жерсті, пластинки з гуми діаметром 22 мм і товщиною 4–6 мм, піпетка, дерев'яна пластинка площею 1 см<sup>2</sup>, скляні кульки з фракцією просіювання від 100 до 355 мкм, гирі в відповідності до таблиці, секундомір, пензлик.

Методика виконання роботи:

#### 1. Висихання «від пилу».

На поверхню скляної пластинки розміром 60 × 90 мм і товщиною 2–3 мм піпеткою наносять 2–3 краплі досліджуваного матеріалу і розподіляють його рівним шаром по поверхні. Для видалення надлишку матеріалу з поверхні пластинки, її ставлять під кутом 45<sup>0</sup> на 30 хв, потім поміщають в спеціальну шафу в горизонтальному положенні і витримують при постійній температурі 20 + 0,5<sup>0</sup>С. Через 3-4 години після нанесення матеріалу на платівку, її виймають з шафи і, тримаючи на відстані 1 000 мм від рота, дихають на плівку. Поява матової плями в результаті конденсації вологи свідчить про утворення на поверхні тонкої плівки, що служить показником ступеня висихання. Проміжок часу з моменту нанесення матеріалу на платівку до появи матового плями від дихання, є часом висихання від пилу.

#### 2. Визначення часу і ступеня висихання.

Випробування починають після зникнення липкості лакофарбової плівки, яку встановлюють легким дотиком пальців до поверхні плівки. З висоти від 30 до 50 мм на горизонтально розташовану поверхню лакофарбової плівки на площу діаметром 18-22 мм насипають близько 0,5 г скляних кульок, через 60 секунд пластину нахиляють під кутом 20<sup>0</sup> і кульки змітають пензлем.

Ступінь 1 досягнута, якщо все кульки видаляються, не викликаючи пошкодження поверхневого шару (табл. 3.1). Фіксують час до відповідного досягнення ступеня висихання 1.

Таблиця 3.1 – Ступінь висихання лакофарбових матеріалів

Ступінь висихання	Спосіб випробування	Характеристика ступеню висихання
1	Нанесення близько 0,5 г. скляних кульок	Кульки повністю видаляються з поверхні м'яким пензликком без руйнування пофарбованої поверхні
2	Навантаження 20 г	Паперовий диск не прилипає до покриття і не остається слід від площі навантаження
3	Навантаження 200 г	Паперовий диск не прилипає до покриття і не остається слід від площі навантаження
4	Навантаження 2 000 г	Паперовий диск не прилипає до покриття, але остається слід від площі навантаження
5	Навантаження 2 000 г	Паперовий диск не прилипає до покриття і не остається слід від площі навантаження
6	Навантаження 20 000 г	Паперовий диск не прилипає до покриття, але остається слід від площі навантаження
7	Навантаження 20 000 г	Паперовий диск не прилипає до покриття і не остається слід від площі навантаження

Для визначення часу висихання до ступеня 2 на пофарбовану пластину поміщають листок паперу, на який накладають гумову пластинку, на середину якої встановлюють гирю масою 20 г. Через 60 секунд знімають гирю і гумову пластинку, а пофарбовану пластинку з листком паперу ребром вільно кидають з висоти 28–32 мм на дерев'яну поверхню. Якщо при цьому листок паперу не прилипає до плівки, то ступінь висихання 2 лакофарбового матеріала досягнута. Допускається видалення паперу будь-яким іншим способом, що не призводить до видимих пошкоджень плівки. При визначенні часу висихання до ступенів від 3 до 7 застосовують гирі масою зазначені в таблиці і оцінку ступеня висихання проводять через 30 секунд після зняття навантаження. Отримані результати заносять в лабораторний журнал.

№ з/п	Час випробування, хв.		
	Нанесення на пластину	Поява матової плями	Повного висихання

### 3.3 Звіт про виконання лабораторної роботи

Звіт про виконання лабораторної роботи повинен містити наступну інформацію:

- Назва та марка лакофарбового матеріалу з посиланням на ГОСТ або ТУ, чи ТУ У.
- Призначення матеріалу, характеристика складу та галузі застосування.
- Повна інформація про властивості матеріалу, методи нанесення, режими тверднення.
- Додаткова інформація: умови зберігання, агрегативна та седиментаційна стабільність та ін.
- Реальні умови одержання покриттів та випадки відхилення від стандартних методик.
- Заповнена таблиця 1 з додаванням стовпчика фактичних параметрів.
- Висновки.
- Дата проведення роботи та підпис виконавця.

#### *Завдання до лабораторної роботи № 3*

- 1. Провести нанесення лакофарбових матеріалів, визначених викладачем.*
- 2. Здійснити оцінювання ступеню та швидкості висихання випробуваних лакофарбових матеріалів.*

#### Лабораторна робота № 4 Дослідження властивостей плівок покриттів лакофарбових матеріалів

##### 4.1 Визначення блиску лакофарбового покриття

Визначення блиску лакофарбового покриття здійснюється у відповідності до ГОСТу 16143-81.

Здатність лакофарбових покриттів до блиску, до правильного відбиття пучка паралельних променів світла, пов'язана з оптичними властивостями (коефіцієнта поглинання та переломлення світла) а також структурою поверхні покриття. На блиск покриття впливає структура (ступінь гладкості) його поверхні.

Якщо покриття має шорстку поверхню, то промені світла відбиваються від неї в неупорядкованому напрямку і поверхня здається матовою.

При мінімальній (нульовій) шорховатості поверхні промені світла відбиваються від неї в одному напрямку і поверхня покриття має значний блиск.

Таким чином, визначення блиску покриття зводиться до визначення співвідношення кількості направленою (дзеркального) і розсіяною при відбитті від поверхні світла. На цьому принципі розроблена низка фотоелектричних приладів для оцінювання блиску поверхні.

У відповідності до ГОСТ 16143-81 для визначення ступеня блиску покриттів застосовують рефлектоскоп Р-4 та фотоелектричний блискомір ФБ-2.

Дія приладів базується на оцінюванні якості поверхні блискучого лакофарбового покриття за чіткістю зображення на ньому контурів тіла, яке світиться.

#### 4.2 Визначення твердості лакофарбового покриття

Твердість декоративного покриття – це властивість, яка характеризує його механічну міцність. Під твердістю мають на увазі опір тіла проникненню в нього іншого, більш твердого тіла.

Для визначення твердості декоративних покриттів використовують методи, які базуються на вимірюванні глибини удавлення кульки, тривалості затухання коливань маятника та ін. Метод визначення твердості шляхом нанесення подряпин за допомогою набору олівців з графітовими стержнями різної твердості і різними ріжучими наконечниками (інденторами) базується на визначенні сили тиску на олівець або наконечник, необхідної для руйнування



плівки. За міру твердості приймають навантаження, при якому вперше з'являється подряпина на досліджуваній плівці.

Метод втискання базується на визначенні величини заглиблення в плівці, яке утворює кулька або конус під дією певного статичного навантаження.

Найбільше розповсюдження в технології декоративних покриттів знайшов метод визначення твердості за тривалістю затухання коливань маятника. Маятнику, який встановлений за допомогою кулькових опор на досліджувану поверхню, надають коливального руху. Під дією своєї маси він утворює в покритті заглиблення, величина якого залежить від твердості покриття. Втрати енергії маятника пропорційні величині заглиблення, яке в свою чергу залежить від твердості.

**Прилади і матеріали:** маятниковий прилад М-3 для визначення твердості при температурі  $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$  (рис. 4.2); скло для фотографічних пластин розміром  $9 \times 12 \times 1,2$  мм; секундомір; розчинник – ефір етиловий або ацетон.

Для визначення твердості маятниковим методом використовують маятниковий прилад з автоматичним відліком показань МА-3.

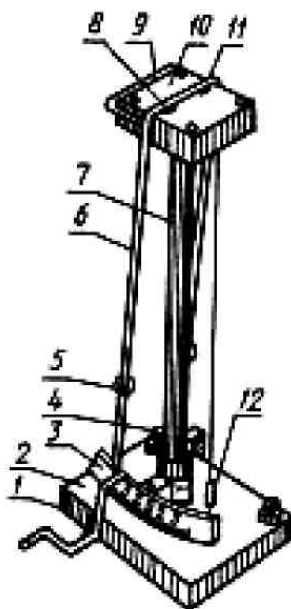


Рисунок 4.1 – Маятниковий прилад М-3 для визначення твердості: 1 – пусковий механізм; 2 – основа приладу; 3 – шкала; 4 – установочні гвинти; 5 – вантаж; 6 – маятник; 7 – штатив; 8 – з'єднувальна планка; 9 – рамка; 10 – предметний столик; 11 – сталеві кульки; 12 – важіль

Прилад зберігають у футлярі, який призначений для захисту маятника в процесі використання від коливань повітря (коливання повітря можуть внести суттєву помилку в показники приладу). Футляр має скляні стінки, бокові дверцята і ніжки, висота яких регулюється для виставлення приладу по рівню.

Маятниковий прилад має дві кулькові опори для встановлення на досліджувану поверхню рухомих важелів, положення яких на маятнику визначає період його коливань. Предметний столик має відкидну кришку. Коли вона відкривається спеціальні підхвати підіймають маятник, відриваючи його опори від предметного столика. Після розміщення досліджуваного зразка і закривання кришки опори маятника спускаються на зразок, а стрілка маятника встановлюється на нульову поділку шкали.

**Методика виконання роботи.** Маятниковий прилад встановлюють на столі, на який не діють ніякі поштовхи і вібрації, перевіряють його положення за рівнем. При цьому одночасно перевіряється нульове положення маятника. Перед початком випробувань перевіряють роботу маятника, тобто визначають число його коливань на склі при зміні амплітуди коливань від  $5^\circ$  до  $2^\circ$ .

Для цього кулькові опори маятника протирають вологим тампоном, змоченим в органічному розчиннику, а потім сухою марлею. Використовуване для перевірки фотонегативне скло розміром  $90 \times 120$  і товщиною 2–3 мм, попередньо знежирене спиртом і висушене, поміщають на предметний столик маятникового приладу. Кришку коробки обережно закривають, при цьому кулькові опори маятника опускають на скло, а стрілка маятника виставляється на нульову поділку шкали.

Поворотом пускової кнопки маятник відводиться вліво до упору, де він утримується фіксатором на поділці шкали  $5^\circ$ . Потім маятник приводиться в дію і починає відлік коливань.

Після визначення «скляного числа» (зазвичай складає  $\sim 400$  коливань) фотонегативне скло замінюють скляною пластиною з лакофарбовим декоративним покриттям і аналогічно визначають число коливань маятника. Твердість ( $H$ ) характеризується співвідношенням часу затухання коливань

маятника, кулькові опори якого опираються на лакофарбове покриття до часу затухання коливань того ж маятника, коли кулькові опори опираються на чисте скло. Оскільки твердість скла вища твердості всіх відомих лакофарбових матеріалів, показник твердості ( $H$ ) завжди менше одиниці. Він визначається за формулою:

$$H = \frac{t_r}{t_c}, \quad (4.1)$$

де  $t_n$  – час затухання коливань маятника на покритті, с;

$t_c$  – час затухання коливань маятника на чистому склі, с.

За результат досліджень приймають середнє арифметичне двох визначень, розходження між якими не повинне перевищувати 3 %.

Точність методу при визначенні твердості на приладі одного типу при однаковій температурі складає  $\pm 0,02$  умовної одиниці.

#### 4.3 Визначення міцності плівок покриттів на вигин (гнучкість або еластичність)

Плівка лакофарбового матеріалу повинна бути еластичною, тому що під дією атмосферних умов деревина і деревні матеріали набухають і всихають, а плівка при цьому може розтріскуватися або відшаровуватися. Випробовування міцності плівок на вигин виконують за стандартною методикою. Для випробовування застосовують прилад ШГ (рис. 4.3) або ШГ-1 (рис. 4.4), який називають шкалою гнучкості.

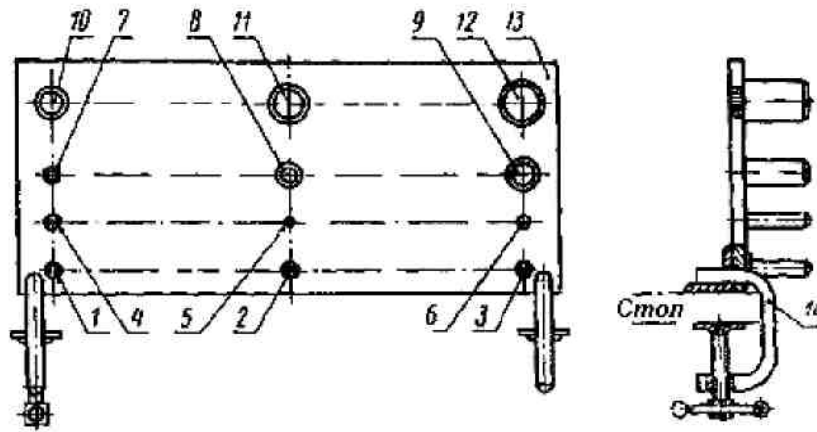


Рисунок 4.2 – Прилад ШГ: 1-12 – стержні; 13 – панель; 14 – струбцина



Рисунок 4.3 – Прилад ШГ-1

Метод випробовування базується на визначенні мінімального діаметра стержня шкали гнучкості, на якому вигинання металевої пластини з нанесеним лакофарбовим матеріалом не призводить до руйнування лакофарбового покриття. Міцність на вигин визначається в міліметрах. Стержні мають такі розміри:

- діаметр стержня 2–20 мм;
- діаметр стержня 2–15 мм;
- діаметр стержня 3–10 мм;
- перетин стержня 4 мм, довжина  $5 \times 10$  мм з радіусом заокруглення 2,5 мм;
- перетин стержня 5 мм, довжина  $3 \times 10$  мм з радіусом заокруглення 1,5 мм;
- перетин стержня 6 мм, довжина  $1 \times 10$  мм з радіусом заокруглення 0,5 мм.

Для здійснення випробувань на попередньо очищені і знежирені пластини із жерсті або алюмінію товщиною 0,2–0,3 мм розміром  $20 \times (100–150)$  мм

наносять лакофарбове покриття. Пластинку з висушеним покриттям повільно протягом 2–3 с перегинають, щільно притискаючи до стержня лакофарбовою плівкою вверх. Випробовування виконують на всіх стержнях, починаючи зі стержня діаметром 20 мм, спостерігаючи за покриттями в лупу з чотириразовим збільшенням і слідкуючи за моментом появи тріщин і відшаровування плівки. Вигинають пластинки на стержнях послідовно від великого до малого, кожен раз у новому місці до моменту появи змін на випробуваному покритті.

#### 4.4 Визначення адгезійної міцності лакофарбових покриттів

Визначення адгезійної міцності лакофарбових покриттів проводиться у відповідності до ГОСТу 15140-78.

Адгезія – це міцність зчеплення лакофарбового покриття з поверхнею опорядженого виробу (підложкою). Адгезія залежить від цілої низки факторів: властивостей лакофарбових матеріалів, сили когезії (внутрішнє зчеплення) покриття і деревини, товщини покриття та ін.

##### Метод решітчастих надрізів

Метод полягає в оцінюванні ступеня прилипання лакофарбової плівки до підложки за кількістю сегментів, які відпали від підложки при нарізанні лакофарбової плівки.




На поверхню покриття, нанесеного на металеву підложку, по лінійці лезом роблять не менше п'яти паралельних надрізів на відстані 1мм один від одного (для покриття товщиною більше 60 мкм надрізи роблять на відстані 2 мм один від одного). Таку ж кількість аналогічних надрізів роблять перпендикулярно першим. Надрізи на покритті утворюють сегменти у вигляді ґратів з квадратів однакового розміру. Після нанесення квадратів очищають плівку від її шматочків, які відшарувалися.

Адгезію оцінюють за станом надрізів на покритті і виражають у балах (за

чотирибальною системою) у відповідності з наступною шкалою, наведеною в таблиці 4.1.

За результати дослідження приймають значення адгезії в балах, яке відповідає більш співпадаючих значень, визначених на всіх досліджених участках поверхні двох зразків; при цьому розходження між значеннями не повинно перевищувати 1 бал.

Таблиця 4.1 – Шкала оцінювання надрізів у вигляді решітки

Бал	Опис поверхні лакофарбового покриття після нанесення надрізів у вигляді решітки	Зовнішній вигляд покриття
1	Краї надрізу гладенькі, шматочків відшарованих покриттів не спостерігається	
2	Незначне відшаровування покриття у вигляді точок вздовж ліній надрізу або в місцях їх перетину. Порухення спостерігаються не більше, ніж на 5% поверхні решітки	
3	Відшаровування покриттів вздовж ліній надрізу або смужок (не менше ніж на 5% і не більше ніж 35% поверхні решітки)	
4	Повне або часткове відшаровування покриття смугами або квадратами вздовж ліній надрізу (більше 35% поверхні з кожного сегмента)	

### Метод паралельних надрізів

Метод полягає в оцінюванні ступеня прилипання лакофарбової плівки до підложки за кількістю відшарованих смужок плівки, які відшарувалися від підложки під час відривання їх за допомогою липкої стрічки. Методика використовується в обов'язковому порядку для покриттів, які були оцінені в 1 бал та при випробовуванні адгезійної міцності за методом ґратчастих надрізів.

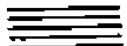


На поверхні лакофарбового покриття по лінійці лезом роблять не менше п'яти паралельних надрізів на відстані 1 мм один від одного. Перпендикулярно зробленим надрізам на покриття накладають смужку поліетиленової липкої стрічки розміром 100 × 10 мм, залишаючи один кінець смужки не приклеєним.

Швидким рухом руки під прямим кутом відривають смужку від покриття.

Адгезійну міцність покриття визначають за станом надрізів після відривання липкої поліетиленової смужки і виражають у балах за наступною шкалою, наведеною в таблиці 4.2.

За результат приймають середнє значення балу, отриманого при паралельному випробуванні не менше 2 паралельних зразків на трьох ділянках поверхні кожного зразка.

Таблиця 4.2 – Шкала оцінювання паралельних надрізів

Бал	Опис поверхні лакофарбового покриття після нанесення надрізів і зняття липкою стрічкою	Зовнішній вигляд покриття
1 <sub>1</sub>	Краї надрізів гладенькі	
2 <sub>1</sub>	Незначне відшаровування покриттів по ширині смужки і вздовж надрізу (не більше 0,5 мм)	
3 <sub>1</sub>	Відшаровування покриття цілими смугами	

#### 4.5 Визначення міцності лакофарбових покриттів при ударі

Метод базується на миттєвій деформації зразка (металевої пластини з лакофарбовим покриттям) під час вільного падіння на нього вантажу і полягає у визначенні максимальної висоти падіння кульки, при якій покриття не пошкоджується.

**Прилади, обладнання і матеріали:** прилад типу У-1, У-2 для визначення міцності покриттів при ударі; пластинки з листової холоднокатаної сталі марки за ГОСТ 9045-80; товщиною 0,8–1,0 мм, розміром 90 × 120 мм або 70 × 150 мм; лупа 4-и разового збільшення.

**Здійснення дослідження.** Для здійснення досліджень беруть зразки розміром 100 × 100 × 0,1 мм з нанесеним і витриманим не менше 72 годин при кімнатній температурі лакофарбовим покриттям. Для випробування використовують спеціальний пристрій, який являє собою вертикальну трубу з отворами для скидання кульки діаметром 40 мм і масою 263 г на поверхню досліджуваного зразка закріпленого в затискну рамку, зображену на рисунку 4.4.

Під час здійснення випробувань зразок розміщують у затискній пристрій і закріплюють. Направляючу трубу нерухомо закріплюють у вертикальному положенні і розміщують над досліджуваним зразком так, щоб вільно падаюча сталева кулька в результаті падіння потрапляла на передбачене для удару місце.

Сталева кулька при першому випробуванні повинна падати на поверхню зразка з висоти 250 мм. Якщо під час першого випробування на покритті не з'явилася тріщина або відшаровування покриття, то випробування продовжують поступово збільшуючи висоту падіння кульки: 250, 375, 500, 750, 1000, 1 250, 1 500, 1 750, 2 000 мм. Для кожної висоти падіння здійснюють три випробування.

Збільшення висоти падіння припиняють, якщо покриття пошкоджується під час одного з трьох випробувань. Відстань точок падіння від центру поверхні досліджуваного зразка повинне складати не більше 50 мм, а відстань між точками падіння і краєм зразка – не менше 20 мм.

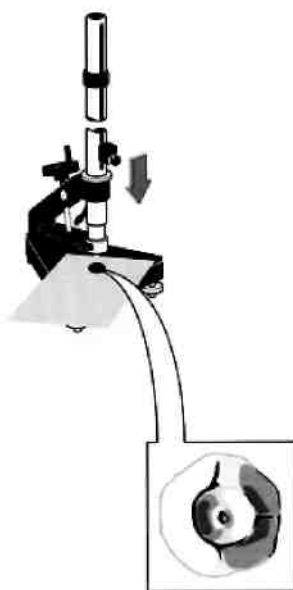


Рисунок 4.4 – Прилад типу У-1, У-2 для визначення міцності покриттів при ударі

Показником ударної міцності являється максимальна висота (мм), при падінні кульки з якої не відбувається пошкодження покриття в трьох випробуваннях на кожному з досліджуваних зразків.



Оцінювання результатів випробувань виконують за п'ятибальною системою:

1 бал – покриття не має видимих пошкоджень;

2 бали – поверхня покриття не має тріщин, але слід від удару видно у відбитому світлі;

3 бали – спостерігається незначне розтріскування поверхні (одна або дві тріщини);

4 бали – поверхня має більше двох тріщин, які не виходять за межі сліду від удару, і (або) відшаровування покриття;

5 балів – поверхня має тріщини, які виходять за межі сліду від удару, і (або) відшаровування покриття.

#### 4.6 Визначення вологовбирання (водопоглинання)

Метод базується на здатності лакофарбової плівки поглинати воду. Вологовбирання визначається кількістю води, яку поглинає плівка при заданій температурі, і виражається в процентах або в масі ввібраної води, віднесеної до одиниці маси плівки.

На попередньо зважені на аналітичних терезах пластини наносять лакофарбове покриття і висушують. Пластини з висушеним лакофарбовим покриттям також зважують на аналітичних терезах. Потім пластини за допомогою мідного гачка, протягнутого через отвір у пластині, підвішують на скляну паличку і повністю занурюють у стакан з дистильованою водою. Температура води повинна коливатися від 18°C до 22°C. Після витримування пластин у воді протягом 24 годин їх просушують з двох сторін фільтрувальним папером, поміщають у, завчасно зважений на аналітичних терезах, бюкс з притертою пробкою і зважують. Потім пластини з покриттям знову поміщають у стакан з водою і повторюють операції зважування кожні 24 години до досягнення постійної маси. Загальна тривалість витримування зразків у воді не повинна перевищувати 120 годин.

Водопоглинання у відсотках визначають за формулою

$$W = \frac{(m_2 - m_1) \cdot 100}{m_1 - m_0}, \quad (4.2)$$

де  $m_0$  – маса чистої пластинки, г;

$m_1$  – маса пластинки з покриттям до досліджень, г;

$m_2$  – маса з покриттям після досліджень, г.

За результат досліджень приймають середнє арифметичне трьох паралельних визначень, розходження між якими не повинні перевищувати 10 % відносно середнього результату розрахованого водопоглинення. Результат записують з точністю до першого десятинного знаку.

#### 4.7 Визначення водостійкості лакофарбових покриттів

Метод полягає в зануренні лакофарбового покриття в воду і витримування в ній протягом заданого часу з наступним визначенням змін декоративних і антикорозійних властивостей.

Пластини з листової сталі розміром  $100 \times 70 \times 1$  мм обробляють шкіркою, знежирюють і наносять на обидва боки лакофарбове покриття в 2 шари. Після того як покриття висохло, краї пластини зашпаровують липкою стрічкою. Готують до випробувань 4 зразки, один з яких слугує еталоном. Кожну пластину з покриттям занурюють на  $2/3$  довжини в окремий стакан з дистильованою водою і витримують у воді 240 годин. Огляд зразків виконують через 24, 72, 120 і 240 годин. Перед оглядом лакофарбове покриття просушують фільтрувальним папером і витримують при кімнатній температурі 1–2 години. Потім візуальним оглядом оцінюють стан поверхні покриття, порівнюючи його з еталоном, який не занурювали в воду.

Для визначення корозії металу під плівкою після випробування зразків протягом 240 годин плівку відділяють від металевої пластини в двох місцях (площа кожної ділянки – не менше  $1 \text{ см}^2$ ) і відмічають стан металу.

#### 4.8 Визначення солестійкості лакофарбових покриттів

Метод полягає в дії на покриття протягом заданого часу 3%-ного розчину хлориду натрію (повареної солі) шляхом занурення зразків у розчин. Методика визначення солестійкості аналогічна до методики визначення водостійкості.

#### 4.9 Визначення кислотостійкості (крапельний метод) лакофарбових покриттів

Метод полягає в дії на покриття розчинів кислот різної концентрації шляхом занурення в них досліджуваного зразка або в тривалій (або короткочасній) дії на окремі ділянки покриття.

Пластину кладуть на горизонтальну поверхню столу лакофарбовим покриттям вверх і наносять на нього 10 крапель 25 %-ного розчину сірчаної кислоти таким чином, щоб центри крапель знаходилися один від одного і від країв пластини на відстані не менше 20 мм. Кислота повинна знаходитися на поверхні покриття протягом 1 години. Після цього пластину з покриттям промивають у проточній воді і висушують фільтрувальним папером. При огляді за допомогою лупи з чотириразовим збільшенням фіксують зовнішній вигляд покриття – наявність і розмір бульбашок, розчинення лакофарбової плівки, корозію під плівкою після зняття її з підложки.

#### 4.10 Визначення теплостійкості плівки покриття

Сутність методу зводиться до витримування плівки покриття при заданій температурі протягом встановленого часу. Зміна зовнішнього вигляду оцінюють візуально.

**Прилади і матеріали:** шафа сушильна або термостат; марля; гиря вагою 200 г; дощечка площею 1 см<sup>2</sup>, товщиною 0,5–1 мм; секундомір.

**Здійснення дослідження.** Зразки з плівкою покриття, нанесені і висушені згідно з вимогами технічної документації поміщають у шафу, попередньо

нагріту до  $(60 \pm 2)$  °С. На пластинку накладають марлеву смужку, на яку ставлять дощечку. На дощечку ставлять гирю 200 г.

Після витримування зразків протягом необхідного часу (зазвичай 30 хвилин) не повинно спостерігатися прилипання марлі до плівки покриття. Допускається незначний відбиток марлі.

#### 4.11 Завдання до лабораторної роботи № 4

1. Визначити основні експлуатаційні характеристики лакофарбових покриттів (блиск, адгезійну міцність, міцність на вигині та при ударі).
2. Визначити теплостійкість, вологопоглинання і водостійкість покриттів.
3. Здійснити оцінювання якості лакофарбових покриттів щодо їх хімічної стійкості.

## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Яковлев А. Д. Химия и технология лакокрасочных покрытий / А. Д. Яковлев. – СПб. : Химия, 1989. – 384 с.
2. Прозоровский Н. И. Технология отделки столярных изделий / Н. И. Прозоровский. – М. : Высш. шк., 1991. – 272 с.
3. Карякина М. И. Лабораторный практикум по техническому анализу и контролю производств лакокрасочных материалов и покрытий / М. И. Карякина. – М. : Химия, 1989. – 208 с.
4. Лившиц М. Л. Технический анализ и контроль производства лаков и красок / М. Л. Лившиц. – М. : Высш. шк., 1987. – 264 с.
5. Багажков С. Г. Практикум по технологии лакокрасочных покрытий / С. Г. Багажков, Н. А. Суханова. – М. : Химия, 1982. – 240 с.
6. Ермилов П. И. Пигменты и пигментированные лакокрасочные материалы / П. И. Ермилов, Е. А. Индейкин, И. А. Толмачев. – Л. : Химия, 1987. – 200 с.
7. Лакокрасочные материалы и покрытия. Теория и практика : Пер. с англ./ Под ред. Л. Ламбурна. – СПб. : Химия, 1991. – 512 с.
8. Брок Т. Европейское руководство по лакокрасочным материалам и покрытиям / Т. Брок, М. Гротеклаус, П. Мишке; Общая редакция проф. Л. М. Машляковского. – Ганновер : изд-во ООО «Пэйнт-Медиа», 2000. – 548 с.
9. Скороходова О. Н. Неорганические пигменты и их применение в лакокрасочных материалах / О. Н. Скороходова, Е. Е. Казакова. – М. : изд-во ООО «Пэйнт-Медиа», 2005. – 168 с.
10. Казакова Е. Е. Водно-дисперсионные акриловые лакокрасочные материалы строительного назначения / Е. Е. Казакова, О. Н. Скороходова. – М. : изд-во ООО «Пэйнт-Медиа». – 2003. – 136 с.
11. Яковлев А. Д. Химия и технология лакокрасочных покрытий / А. Д. Яковлев; Учебник для вузов, 4-е изд., испр. – СПб. : ХИМИЗДАТ, 2010. – 448 с.

*Виробничо-практичне видання*

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**

до виконання лабораторних робіт

з навчальної дисципліни

**«ХІМІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ ОДЕРЖАННЯ ЛАКОФАРБОВИХ ПОКРИТЬ»**

*(для студентів I курсу денної та заочної форм навчання другого  
(магістерського) рівня вищої освіти  
за спеціальністю 161 – Хімічні технології та інженерія)*

Укладачі : **ГУРІНА** Галина Іванівна,  
**НЕСТЕРЕНКО** Сергій Вікторович

Відповідальний за випуск *О. О. Мураєва*

*За авторською редакцією*

Комп'ютерне верстання *І. В. Волосожарова*

План 2020, поз. 112 М.

---

Підп. до друку 14.09.2020. Формат 60 × 84/16.

Друк на ризографі. Ум. друк. арк. 2,7.

Тираж 50 пр. Зам. №

Видавець і виготовлювач :

Харківський національний університет  
міського господарства імені О. М. Бекетова,  
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002.

Електронна адреса : [rectorat@kname.edu.ua](mailto:rectorat@kname.edu.ua)

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи :

ДК № 5328 від 11.04.2017.