



СУЧАСНИЙ УНІВЕРСИТЕТСЬКИЙ
ПІДРУЧНИК

КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ЛАКОФАРБОВИХ МАТЕРІАЛІВ

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний авіаційний університет

С. В. Іванов, О. С. Титова,
В. В. Трачевський, З. В. Грушак

КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ЛАКОФАРБОВИХ МАТЕРІАЛІВ

*Затверджено
Міністерством освіти і науки України,
молоді та спорту України
як підручник для студентів вищих навчальних
закладів*

Київ 2017

УДК 667.6:66.01 (075.8)
ББК Л 7я 7
К 651

Рецензенти:

В. В. Шевченко — чл.-кор. НАН України
д-р хім. наук, проф.,
(Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України);

В. В. Нижник — д-р хім. наук, проф.,
(Київський національний університет імені Тараса Шевченка);

О. М. Заславський — д-р хім. наук, проф.,
(Національний університет біоресурсів
і природокористування України)

*Затверджено Міністерством освіти і науки,
молоді та спорту України
(лист 1/11-14973 від 25.09.2012).*

Контроль якості лакофарбових матеріалів: підручник /
К 651 С. В. Іванов, С. В. Тітова, В. В. Трачевський, З. В. Грушак. — К. :
НАУ, 2017. — 452 с.

ISBN 978-966-932-051-3

У підручнику запропоновано поглиблений курс з контролю якості лакофарбових матеріалів та покриттів на їх основі, що охоплює тематичні розділи з контролю їх фізико-механічних, декоративних та захисних властивостей. Подані теоретичні матеріали про основні характеристики лакофарбових матеріалів та покриттів на їх основі та описані стандартні методи їх вимірювання.

Для студентів, аспірантів, викладачів хіміко-технологічних спеціальностей вищих навчальних закладів та наукових працівників.

УДК 667.6:66.01 (075.8)
ББК Л 7я 7

ISBN 978-966-932-051-3

© Іванов С. В., Тітова С. В., Трачевський В. В.,
Грушак З. В., 2017
© НАУ, 2017

ЗМІСТ

ВСТУП	9
Розділ 1. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ, КЛАСИФІКАЦІЯ ТА МЕТОДИ ВИПРОБУВАННЯ В ЛАКОФАРБОВІЙ ГАЛУЗІ	11
1.1. Основні поняття та загальні відомості про лакофарбові матеріали	11
1.1.1. Види лакофарбових покриттів	23
1.1.2. Система позначень лакофарбових матеріалів.....	27
1.2. Випробування лакофарбових матеріалів	31
1.2.1. Головні властивості лакофарбових матеріалів і покриттів	31
1.2.2. Основні принципи вибору методів випробування	33
1.2.3. Підготовка поверхні під фарбування.....	35
1.2.4. Вимоги що випробувань лакофарбових матеріалів	39
1.2.5. Основні групи методів випробування	42
Розділ 2. РЕОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЛАКОФАРБОВИХ МАТЕРІАЛІВ	44
2.1. Реологічні властивості лакофарбових систем та методи їх визначення	44
2.2. В'язкість розчинів полімерів та олігомерів	48
2.3. Тиксотропія лакофарбових систем	51
2.4. Методи визначення реологічних властивостей.....	52
2.4.1. Визначення молекулярної маси методом віскозиметрії	52
2.4.2. Методи визначення в'язкості	53
2.4.3. Визначення міцності структури тиксотропних лакофарбових матеріалів	64
Розділ 3. ТЕХНОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЛАКОФАРБОВИХ МАТЕРІАЛІВ	66
3.1. Поверхневий натяг лакофарбових матеріалів	66
3.2. Дисперсність лакофарбових матеріалів.....	75
3.2.1. Дисперсність рідких лакофарбових матеріалів	75
3.2.2. Дисперсність порошкових лакофарбових матеріалів	78
3.3. Методи визначення міри дисперсності пігментованих лакофарбових матеріалів.....	80
3.3.1. Гриндометричний метод визначення ступеня перетиру за допомогою приладу «Клин».....	80
3.3.2. Визначення міри дисперсності пігментованих лакофарбових матеріалів мікроскопічним методом	82
3.3.3. Визначення в'язкості та граничної напруженості зрушення	82

Контроль якості лакофарбових матеріалів

3.3.4. Визначення дисперсності мікрорадіографічним методом.....	82
3.3.5. Визначення дисперсності лакофарбових матеріалів за швидкістю осадження часток (седиментації).....	83
3.3.6. Визначення діелектричної проникності та тангенса кута діелектричних втрат	83
3.3.7. Визначення засміченості лакофарбових матеріалів	83
3.4. Методи визначення міри дисперсності порошкових фарб.....	84
3.4.1. Визначення дисперсності порошкових фарб ситовим аналізом	84
3.4.2. Визначення дисперсності порошкових фарб мікроскопічним методом	86
3.4.3. Визначення дисперсності порошкових фарб седиментаційними методами.....	87
3.5. Покривна здатність лакофарбових матеріалів.....	90
3.5.1. Методи визначення покривної здатності лакофарбових матеріалів	92
3.6. Здатність лакофарбових матеріалів до нанесення.....	98
3.6.1. Методи визначення здатності до нанесення електрофорезних матеріалів	99
3.6.2. Методи визначення здатності до нанесення порошкових фарб.....	100
3.7. Розтікання	104
3.7.1. Непрямі методи визначення розтікання	105
3.7.2. Прямі методи визначення розтікання	106
3.7.3. Метод визначення розтікання за профілем поверхні покриття.....	107
3.8. Товщина покриттів	115
3.8.1. Методи вимірювання товщини рідких покриттів	116
3.8.2. Методи визначення товщини покриття у разі порушення його цілісності	116
3.8.3. Методи визначення товщини покриття без порушення його цілісності	118
3.9. Класифікація основних дефектів лакофарбових покриттів	122
3.10. Життєздатність лакофарбових матеріалів.....	125
3.10.1. Методи визначення життєздатності лакофарбових матеріалів	126
Розділ 4. МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ МІРИ ЗАТВЕРДІННЯ ЛАКОФАРБОВИХ МАТЕРІАЛІВ	129
4.1. Механізм затвердіння покриттів.....	129
4.2. Плівкоутворення, яке відбувається за хімічних перетворень	130

Зміст

4.2.1. Характеристика процесу полімеризації на поверхні підкладки.....	132
4.2.2. Поліконденсація на поверхні підкладки	137
4.3. Плівкоутворення, що відбувається без хімічних перетворень.....	138
4.3.1. Формування покриттів з розчинів полімерів та олігомерів ..	139
4.3.2. Формування покриттів з водних дисперсій полімерів	142
4.3.3. Формування покриттів з органодисперсій полімерів	145
4.3.4. Формування покриттів з порошкових плівкоутворювачів.....	147
4.4. Структурні перетворення плівкоутворювачів під час формування покриттів	152
4.5. Методи визначення ступеня затвердіння лакофарбових матеріалів	157
4.5.1. Метод визначення часу і ступеня висихання	157
4.5.2. Визначення міри затвердіння лакофарбових матеріалів за твердістю покриттів	159
4.5.3. Визначення твердості покриттів маятниковим приладом 2124 ТМЛ	160
4.5.4. Визначення твердості покриття за маятниковим приладом типу М-3 або МЕ-3	163
4.5.5. Метод визначення міри затвердіння покриття за об'ємною мікротвердістю	165
4.5.6. Метод визначення міри затвердіння покриття методом Бухгольца	166
4.5.7. Визначення твердості за стійкістю покриттів до подряпин	168
4.5.8. Визначення твердості покриття з допомогою склерометра	171
4.5.9. Методи визначення міри затвердіння покриттів з поглинанням кисню.....	174
Розділ 5. ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЛАКОФАРБОВИХ ПЛІВОК ТА ПОКРИТТІВ.....	186
5.1. Міцнісні та деформаційні властивості лакофарбових матеріалів.....	186
5.1.1. Закономірності деформації та руйнування покриття.....	189
5.1.2. Залежність фізико-механічних властивостей покриття від зовнішніх та внутрішніх факторів	191
5.1.3. Методи визначення міцнісних характеристик лакофарбових плівок та покриттів.....	195
5.1.4. Визначення еластичності плівки.....	203
5.2. Адгезія лакофарбової плівки до поверхні	208
5.2.1. Природа адгезійних зв'язків	209

Контроль якості лакофарбових матеріалів

5.2.2. Фактори, що впливають на адгезійну міцність покриттів	213
5.2.3. Методи визначення адгезійної міцності	215
5.2.4. Методи визначення адгезійної міцності за зрізом покриття	221
5.2.5. Методи визначення адгезійної міцності за нормального відривання	223
5.2.6. Прискорені методи оцінки адгезії у водному середовищі	234
5.2.7. Метод піднімання рідини в зоні контакту	235
5.2.8. Оптичний метод оцінки адгезії покриттів	235
5.3. Внутрішня напруга	236
5.3.1. Механізм виникнення внутрішньої напруженості	236
5.3.2. Фактори, що впливають на внутрішню напруженість	241
5.3.3. Методи визначення внутрішньої напруженості покриттів	245
5.4. Зносостійкість лакофарбових покриттів	253
5.4.1. Види зношування лакофарбових покриттів	254
5.4.2. Методи визначення зносостійкості лакофарбових покриттів	255
Розділ 6. МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЛАКОФАРБОВИХ МАТЕРІАЛІВ І ПОКРИТТІВ	262
6.1. Електричні властивості лакофарбових матеріалів	263
6.2. Електричні властивості лакофарбових покриттів	265
6.3. Фактори, що впливають на електричні властивості покриттів	267
6.4. Методи визначення електричних властивостей	269
6.4.1. Методи визначення електропровідності	270
6.4.2. Методи визначення діелектричної проникності та тангенса кута діелектричних втрат	271
6.4.3. Методи визначення питомого опору	277
6.4.4. метод вимірювання електричного та питомого електричного опорів за підвищених температур	280
6.4.5. Методи визначення електричної міцності	282
Розділ 7. ЗАХИСНІ ВЛАСТИВОСТІ ЛАКОФАРБОВИХ ПОКРИТТІВ	285
7.1. Корозійне руйнування металів	285
7.1.1. Типи корозії	285
7.1.2. Електрохімічна корозія металів	289
7.1.3. Поляризація електродних процесів	290
7.1.4. Фактори, що впливають на корозію	293
7.2. Методи визначення антикорозійних властивостей покриттів	300
7.2.1. Електрохімічні методи визначення антикорозійних властивостей покриття	300

7.2.2. Методи вимірювання сили струму та електродних потенціалів	302
7.2.3. Електрохімічний метод визначення адгезії покриття	309
7.3. Проникність лакофарбових покриттів	311
7.3.1. Фактори, що впливають на проникність покриття.....	314
7.3.2. Методи визначення проникності лакофарбових покриттів.....	317
7.4. Пористість покриття	324
7.4.1. Хімічний метод визначення пористості плівок	325
7.4.2. Електрохімічний метод визначення пористості плівок	326
7.4.3. Електричний метод визначення пористості плівок	326
7.4.4. Електрометричний метод визначення пористості	327
7.4.5. Метод визначення пористості за стрибком електрохімічного потенціалу	328
7.4.6. Адсорбційний метод визначення пористості.....	328
7.5. Методи визначення водостійкості та вологостійкості покриттів	331
7.5.1. Методи визначення водостійкості та вологопоглинання лакофарбовою плівкою	331
7.5.2. Метод визначення хімічної стійкості покриттів.....	335
7.6. Узагальнене оцінювання стану лакофарбових покриттів, випробовуваних в рідких агресивних середовищах	335
7.6.1. Метод оцінювання стійкості покриттів до утворення пухирців.....	336
7.6.2. Метод оцінювання розтріскування і відшарування покриттів унаслідок дії агресивних середовищ.....	338
7.7. Методи визначення корозії металів під плівкою	341
7.8. Методика оцінювання стану покриттів випробовуванням у рідких агресивних середовищах.....	344
Розділ 8. ДЕКОРАТИВНІ ВЛАСТИВОСТІ ЛАКОФАРБОВИХ ПОКРИТТІВ.....	348
8.1. Колір лакофарбового покриття	349
8.1.1. Визначення кольору покриття за картотекою зразків кольорів	350
8.1.2. Визначення кольору покриття за йодометричною шкалою кольорів	351
8.1.3. Визначення кольору покриття за шкалою Гарднера.....	353
8.1.4. Визначення кольору покриттів за колориметричною системою МК.....	356
8.2. Блиск.....	360
8.2.1. Пропускання, поглинання та відбиття світла покриттями	360
8.2.2. Визначення блиску.....	366
8.3. Мелення.....	369

Контроль якості лакофарбових матеріалів

8.3.1. Візуальний метод визначення ступеня мелення	370
8.3.2. Визначення ступеня мелення методом відбитків	370
8.3.3. Електронно-мікроскопічний метод визначення мелення.....	372
8.4. Брудоутримання	374
8.4.1. Візуальний метод визначення брудоутримання	375
8.4.2. Метод оцінювання зовнішнього вигляду покриття аналітичним методом	376
8.4.3. Номографічний метод оцінювання зміни декоративних властивостей покриття	378
Розділ 9. АТМОСФЕРОСТІЙКІСТЬ ЛАКОФАРБОВИХ ПОКРИТТІВ	381
9.1. Руїнування покриттів упродовж експлуатації	381
9.1.1. Руїнування покриттів під час нагрівання	381
9.1.2. Руїнування покриттів під дією світла	384
9.1.3. Руїнування покриттів під впливом хімічних реагентів.....	385
9.1.4. Біологічне пошкодження покриттів.....	387
9.1.5. Атмосферне старіння покриттів.....	388
9.2. Методи випробування атмосферостійкості лакофарбових покриттів	391
9.2.1. Методи оцінювання стану лакофарбових покриттів, які випробовують у природних умовах	398
9.2.2. Метод математичного планування випробування.....	405
9.2.3. Статистичний аналіз результатів випробувань покриттів у природних умовах	407
9.3. Методи прискорених лабораторних випробувань атмосферостійкості покриттів	412
9.3.1. Прискорені випробування покриттів із відтворенням умов помірного клімату	413
9.3.2. Прискорені випробування покриттів з відтворенням умов тропічного клімату	416
9.3.3. Метод прискорених випробувань стійкості лакофарбових покриттів упродовж зберігання	416
9.4. Методи лабораторних випробувань на стійкість до дії цвілевих грибів	417
9.5. Методи визначення умовної світлостійкості лакофарбових покриттів	422
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА	425
ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК	426
ДОДАТКИ	434

ВСТУП

Покриття на основі полімерів є одним з основних засобів захисту від корозії і декоративного оброблення устаткування, конструкцій і споруд, а також промислових і побутових виробів.

Особливе місце серед полімерних покриттів посідають лакофарбові матеріали завдяки простоті технології їх нанесення, низькій вартості та можливості утворювати плівки з високими фізико-механічними, декоративними та захисними властивостями.

Значний масштаб використання лакофарбових покриттів пов'язаний з багатьма їх перевагами — багатоколірністю, різноманітністю властивостей і фактури поверхні, зручністю нанесення і реставрування, можливістю поєднання з іншими, насамперед неорганічними покриттями, відносно невисокою вартістю, багатоцільовим призначенням.

Дійсно, на долю лакофарбових покриттів припадає більш як 85 % захисту виробів машинобудування; понад 90 % поверхні будівель і будівельних конструкцій підлягають фарбуванню. Нанесенням лакофарбових покриттів також завершується процес виробництва виробів меблевої, шкіряновзуттєвої, поліграфічної промисловостей, багатьох гумових виробів. Значна та відповідальна роль лакофарбових покриттів як основних засобів електроізоляції, герметизації, захисту від випромінювання, декоративного оброблення в електротехнічній промисловості, у виробництві космічних кораблів і літальних апаратів. Лакофарбові покриття використовують для боротьби з кавітацією, обмерзанням, брудотриманням, обростанням в морських умовах мікроорганізмами, для звукоізолювання, світломаскування та створення джерел світла, з метою вимірювання температури, регулювання фізіологічної і оптичної активності матеріалів, вирішення низки санітарно-гігієнічних завдань.

Працездатність багатьох виробів електротехнічної, електронної, авіаційної та інших галузей промисловості залежить від якості покриттів. У міру технічного прогресу та незмінного підвищення експлуатаційних характеристик виробів, підвищуються і вимоги до якості лакофарбових матеріалів і технологій отримання покриттів на їх основі.

Підп. до друку. 03.07.2017. Формат 60x84/16. Папір офс.
 Офс. друк. Ум. друк. арк. 26,27. Обл.-вид. арк. 28,25.
 Тираж 100 прим. Замовлення № 101-1.

Видавець і виготівник
 Національний авіаційний університет
 03680. Київ-58, проспект Космонавта Комарова, 1.
 Свідоцтво про внесення до Державного реєстру ДК № 977 від 05.07.2002