

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**

до виконання практичної та самостійної роботи  
із 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**  
**ХНУМГ ім. О. М. Бекетова**  
**2020**

Методичні рекомендації до виконання практичної та самостійної роботи із 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. : С. В. Нестеренко, Г. І. Гуріна. – ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2020. – 29 с.

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

Рецензент

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

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

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 Технологічний процес нанесення лакофарбових матеріалів.....	5
2 Властивості лакофарбних покриттів.....	7
3 Асортимент лакофарбових матеріалів.....	9
3.1 Полімерні барвисті склади.....	9
3.2 Лаки і емалеві фарби.....	12
3.3 Оліфи і масляні фарби.....	17
4 Методика розрахунку викидів забруднюючих речовин при фарбувальних роботах.....	20
4.1 Приклад розрахунку.....	24
4.2 Індивідуальні завдання.....	26
4.3 Звіт.....	27
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	28

## ВСТУП

Методичні рекомендації до виконання практичної та самостійної роботи із навчальної дисципліни «Хімічні технології одержання лакофарбових покриттів». Методичні рекомендації допоможуть студентам 1 курсу денної та заочної форм навчання другого (магістерського) рівня вищої освіти за спеціальністю 161 – Хімічні технології та інженерія виконувати самостійну роботу по вивченню методів нанесення лакофарбового матеріала і властивостей покриттів, а також проводити розрахунки викидів забруднювачів при проведенні фарбувальних робіт. Тому досягнення свідомого опанування методик розрахунку дозволить свідомо вибирати методи очищення викидів і забезпечити проводити фарбувальні роботи з повним екологічним захистом навколишнього середовища.

Методичні рекомендації до виконання практичної та самостійної роботи із 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 складені на основі програми курсу.

## **1 Технологічний процес нанесення лакофарбових матеріалів**

Технологічні процеси одержання лакофарбових покриттів різноманітні. Це пов'язано з функціональним призначенням фарбування виробів, умовами їх експлуатації, характером поверхні, що фарбується, методами, які застосовуються при фарбуванні та формування покриттів.

Процес отримання лакофарбового покриття полягає у здійсненні таких обов'язкових стадій:

- підготовка поверхні перед фарбуванням;
- нанесення лакофарбового матеріалу;
- затвердження лакофарбового матеріалу.

Кожна з цих стадій впливає на якість одержуваного покриття та його довговічність. Розглянемо вплив зазначених чинників на довговічність покриттів окремо.

Підготовка поверхні перед фарбуванням грає істотну роль у забезпеченні довговічності. Багаторічний досвід застосування лакофарбових покриттів у різних галузях промисловості показує, що їх довговічність приблизно на 80 % визначається якістю підготовки поверхні перед фарбуванням. Неякісна підготовка поверхні металу перед фарбуванням викликає ряд небажаних наслідків, що призводять до погіршення захисних властивостей покриття:

- погіршення адгезії покриття до підкладки;
- розвиток під покриттям корозійних процесів;
- розтріскування та розшарування покриття;
- погіршення декоративних властивостей.

Між довговічністю покриттів і ступенем очищення поверхні існує чітко виявляється залежність. У разі механічних способів підготовки поверхні орієнтовні коефіцієнти підвищення термінів служби систем покриттів залежно від підготовки поверхні можуть бути представлені таким чином:

- фарбування по непідготовленій поверхні – 1,0;

- очищення ручним способом – 2,0–1,5;
- абразивне очищення – 3,5–4,0.

Метод фарбування і умови нанесення лакофарбових матеріалів істотно впливає на довговічність покриттів. Терміни служби покриттів залежно від методу фарбування можуть відрізнятися на 15–25 %, що пояснюється різною структурою сформованих покриттів (краще при електростатичному, повітряному, безповітряному розпиленні; гірше при зануренні, струменевому обливі).

Умови нанесення (вологість, температура навколишнього повітря) також впливає на якість і довговічність покриттів. При недотриманні температурно-вологісних параметрів на поверхні сформованого покриття з'являються різні дефекти (шагрень, проколи), які призводять не тільки до погіршення зовнішнього вигляду, але значно знижують довговічність покриття.

Режим затвердження покриттів впливає на його захисні та фізико-механічні властивості. Покриття, сформовані в результаті гарячого затвердження, більш стійкі до впливу кліматичних факторів і агресивних середовищ. Це пояснюється тим, що формування при підвищених температурах забезпечує утворення покриттів більш щільної структури. Фізико-механічні властивості неоднозначно залежать від температури затвердження лакофарбових матеріалів. Часто при гарячому затвердінні спостерігається крихкість покриттів, що призводить до зниження їх міцності. Товщина лакофарбових покриттів для забезпечення протикорозійного захисту повинна бути досить великою, так як вона впливає на швидкість проникнення агресивних агентів до поверхні металу. Тому при експлуатації покриттів в умовах з різними параметрами агресивності його товщина встановлюється відповідно до ступеня агресивності середовища. Так рекомендована товщина покриттів для сільської атмосфери становить 120 мкм, промислової – 150 мкм, морської – 200 мкм, хімічної – 300 мкм. Разом з тим існує думка, що не завжди збільшення товщини покриття може призвести до підвищення його

протикорозійних властивостей. При значній товщині в покритті можуть виникати внутрішні напруги, що призводять до його розтріскування. Товщина покриття повинна гарантувати відсутність капілярної проникності, тобто бути дещо більше критичної товщини. Для різних умов експлуатації підвищення товщини покриття більше критичної коливається в 1,5–5 разів. В ідеальному випадку цей коефіцієнт підбирається дослідним шляхом.

Таким чином, високу довговічність і хороші фізико-механічні властивості лакофарбових покриттів можна забезпечити при виборі оптимальних стадій технологічних операцій їх отримання з урахуванням правильного вибору лакофарбового матеріалу і т. д.

## **2 Властивості лакофарбних покриттів**

При нанесенні лакофарбового покриття на поверхню велике значення має його в'язкість. Умовну в'язкість визначають віскозиметром. Умовною в'язкістю лакофарбових матеріалів називають час безперервного витікання в секундах певного обсягу матеріалу через каліброване сопло.

Найважливішим технологічним показником є покриваність лакофарбового матеріалу, що характеризує витрату лакофарбового матеріалу на 1 м<sup>2</sup> поверхні, що фарбується. Значення цього показника визначає рівномірність нанесення шару лакофарбового матеріалу, що обумовлює його економічну ефективність. Покриваність залежить від оптичних властивостей пігменту, його дисперсності і об'ємної концентрації в матеріалі, а також ступеня дисперсності лакофарбового матеріалу. Однак головним чином покриваність обумовлена оптичними явищами, що протікають у плівці.

Механічні властивості покриттів багато в чому визначають рівень захисних властивостей, а також у значній мірі впливають на декоративні функції покриттів протягом терміну їх експлуатації. До механічних властивостей покриттів відносяться твердість, гнучкість, міцність на удар, адгезія.

Твердість – опір, який чиниться покриттям при проникненні в нього іншого тіла. Твердість плівки – одне з найважливіших механічних властивостей лакофарбового покриття характеризує частково ступінь висихання, а в основному міцність поверхні.

Вигин покриття побічно характеризується його еластичність, тобто властивість, яка протилежна крихкості. Суть методу полягає у визначенні мінімального діаметра стрижня, при згинанні, на якому на пофарбованій металевій пластинці не відбувається руйнування лакофарбового покриття.

Адгезія – здатність лакофарбових покриттів до прилипання або міцного щеплення фарби з поверхнею металу. Від величини адгезії залежать механічні і захисні властивості покриттів. Для визначення адгезії існує три стандартних методу (гратчастий надріз, метод відшаровування (відриву), метод гратчастих надрізів із зворотним ударом).

Водостійкість – здатність лакофарбового покриття витримувати без зміни дію прісної або морської води.

Морозостійкість – здатність лакофарбового матеріалу зберігати свої фізико-механічні властивості після декількох циклів заморожування-відтанення.

Термостійкість – гранично допустима температура, при якій покриття зберігає здатність виконувати свої функції протягом певного часу. Емалі ПФ-115 захищають поверхню від періодичного впливу температур до 60–80 °С.

Атмосферостійкість – здатність лакофарбового покриття зберігати протягом тривалого часу свої захисні і декоративні властивості в атмосферних умовах. Кількісно атмосферостійкість визначають терміном служби лакофарбового покриття (в роках, місяцях), що визначаються ступенем втрати його захисних і декоративних властивостей під впливом руйнувань, викликаних атмосферним впливом. Термін служби залежить від кліматичних і специфічних умов місцевості. До видів руйнувань, пов'язаних з втратою



декоративних властивостей лакофарбних покриттів відносяться: втрата блиску, зміна кольору, білуватість та грязіудержання.

Важливо усвідомлювати, що всі прискорені випробування (на атмосферостійкість, на корозійну стійкість, на довговічність покриттів) не можуть повною мірою оцінити всі процеси, які будуть відбуватися в природних умовах. Вони містять обмежену кількість стандартних чинників впливу, що у природних умовах їх може бути набагато більше. Проте ці методи достатньо чітко визначають відносні показники за якими можна виявити погану фарбу.

### **3 Асортимент лакофарбових матеріалів**

#### **3.1 Полімерні барвисті склади**

##### **Полімерні фарби**

Полімерна фарба є суспензією пігменту в розчині полімеру чи перхлорвінілової смоли. Добре зарекомендували себе фасадні фарби. До яких належать кремнійорганічні емалі, перхлорвінілові фарби, епоксидно-поліамідні композиції. Внаслідок високої атмосферостійкості фарби при оздобленні фасаду будівлі зберігається 10–12 років. Її можна очищати від пилу, промиваючи водою. Кремній-органічні покриття непроникні для крапельно-рідкої води, але пропускають водяну пару з приміщення назовні. Такі покриття не перешкоджають природній вентиляції приміщень, але в той же час захищають від зовнішнього зволоження стіни будівель. Полімерні фарби широко застосовують для обробки стінових панелей та блоків, а також для фарбування та відновлення фасадів існуючих будинків. Витрати на обробку одиниці поверхні полімерними фарбами, віднесені до одного року експлуатації, нижче порівняно з іншими барвистими складами.

Каучукові фарби отримують шляхом диспергування хлоркаучука в летючому розчиннику. Оскільки каучукові фарби хімічно стійки і мають

високу водостійкість, то їх застосовують для захисту від корозії металевих та залізобетонних конструкцій. Позитивною властивістю хлоркаучукових і кумаронокаучукових фарб є висока еластичність плівки, завдяки чому захисне покриття, незалежно від деформації конструкції, зберігається без тріщин, Ефір-целюлозні фарби є пігментовані дисперсії нітро- або етилцелюлози в летючих розчинниках. Нітролаки часто застосовують замість масляних фарб, причому ці лаки висихають значно швидше масляних фарб. Полімерна фарба містить органічний розчинник у такій кількості (30–50 % за масою), яка необхідна для нанесення (малярна консистенція). Після нанесення фарби – розчинник випаровується і на поверхні виробу утворюється атмосферостійка плівка.

Дисперсія полімеру в летючому розчиннику повинна змочувати матеріал, тоді вона проникає в пори матеріалу (бетону, цегли і т. п.), забезпечуючи міцне зчеплення утвореної плівки з основою. Полімерні фарби швидко висихають, однак при цьому безповоротно втрачаються цінні продукти – летючі органічні розчинники. Більшість розчинників горить, їх пари вогнебезпечні та вибухонебезпечні. Накопичуючись в закритих приміщеннях, пари розчинників шкідливо впливають на здоров'я людей; крім того, вони можуть бути причиною пожежі, тому при їх використанні повинні дотримуватися встановлені заходи охорони праці та протипожежної безпеки. Більш безпечними і економічними є емульсійні барвисті склади на основі полімерів, що не містять летких розчинників або містять їх у невеликих кількостях.

#### Полімерні емульсійні (латексні) фарби

Полімерної емульсійної фарбою називають барвистий склад з двох не змішуються, рідин, в якому частки (глобули) однієї рідини (дисперсна фаза) розподілені в іншій рідині (дисперсійне середовище або зовнішня фаза). Для одержання стійкої емульсії, яка практично не розшаровується необхідно при її виготовленні ввести відповідний емульгатор.

Емульгатор являє собою поверхнево-активну речовину, яка адсорбується однією з рідин на поверхні розділу фаз, знижуючи її поверхневий натяг. Разом з тим навколо частинок (глобул) дисперсної фази утворюється механічна міцна оболонка, що перешкоджає укрупненню та злиттю глобул. До числа емульгаторів належать переважно речовини, що володіють значною полярністю, вони містять активні полярні і неактивні групи. Полярні групи нерідко представлені гідроксилом – OH, карбоксилем —COOH, а також групою – COONa. При виготовленні емульсій, які застосовуються в будівництві, емульгаторами часто служать лігносульфонати (зазвичай у вигляді сульфітно-дріжджової бражки), натрієві солі нафтенівих кислот (милонафт), абіетат натрію (омилена каніфоль) та інші.

Емульсійні барвисті склади типу «полімер у воді» містять полімер, диспергований у воді, у вигляді дрібних глобул. Крім плівко-утворюючої речовини (синтетичної смоли або каучуку) і води, барвистий склад містить емульгатор, пігмент і добавки, що поліпшують властивості фарби. Емульсійні фарби зазвичай поставляють у вигляді пасти, яку на місці застосування розбавляють водою до малярської консистенції. Воду з нанесеною на поверхню емульсійної фарби частково вбирає пористий матеріал (бетон, штукатурка і т.п.), а решта води з покриття випаровується. У результаті емульсія розпадається і через 1–2 год утворюється міцне гладке матове покриття, світло- і водостійке. Завдяки своїй пористості покриття газопроникне. Тому емульсійними фарбами нерідко фарбують вологі поверхні штукатурки або бетону, тому що волога з матеріалу основи може випаровуватися через пори покриття.

Емульсійні фарби нетоксичні, пожежо- і вибухобезпечні. Їх застосовують для зовнішніх і внутрішніх малярних робіт. Полівінілацетатна фарба являє собою пігментовану водну дисперсію полівінілацетату, яка пластифікована дибутилфталатом, застосовують для фарбування бетону, штукатурки, дерева, для обробки дерево-волокнистих плит та деталей з гіпсобетону. Бутадієнстірольну фарбу використовують переважно для

високоякісного фарбування об'єктів всередині будівель. Для цієї ж мети застосовують емульсійну фарбу марки СЕМ, що складається з гліфталевого лаку, води, емульгатора і спеціальних добавок. Акрілатні фарби, що відрізняються високою атмосферостійкістю, застосовують для довговічного фарбування фасадів будівель, а також для обробки вологих приміщень. Їх випускають білого, помаранчевого та інших кольорів. Водостійкі емульсійні барвисті покриття можна промивати водою з милом.

#### Полімерцементні фарби

Полімерцементні фарби виготовляють на основі водної дисперсії полімеру та білого портландцементу, в них зазвичай вводять пігмент і наповнювач (вапняна мука, тальк тощо). Для отримання полімерцементних фарб нерідко використовують полівінілацетатну дисперсію. Полімерцементні склади застосовують для заводської обробки великих панелей і блоків, а також для фарбування фасадів будинків (по бетону, штукатурці, цеглі).

### 3.2 Лаки і емалеві фарби

#### Лаки

Лаками називають барвисті склади у вигляді дисперсії плівкоутворюючої речовини (природної або синтетичної смоли, бітуму, оліфи) в летючому розчиннику. Крім двох головних компонентів лак зазвичай містить пластифікатор, ініціатор твердіння та інші спеціальні добавки, що поліпшують якість лакового покриття.

Бітумний (асфальтовий) лак – колоїдний розчин бітуму в летючому розчиннику. Бітумні лаки утворюють водостійкі плівки чорного кольору, застосовують їх для антикорозійного покриття металевих деталей санітарно-технічного обладнання, каналізаційних та газових труб. Ними ж покривають «чорні» залізні вироби – петлі, дверні ручки і т.п. Бітумно-масляні лаки використовують для фарбування металевих конструкцій і деталей (поручнів, огорож тощо). Введені до складу лаку рослинні масла поліпшують властивості покриття – зберігають еластичність на морозі і не так швидко старіють, як

покриття з безмасляного бітумного лаку. Спиртові лаки і політури - розчини синтетичних або природних смол в спирті, мають коричневий, жовтий або інший колір. Їх використовують для полірування дерев'яних деталей, меблів, для покриття виробів зі скла та металу.

Нітролаки – розчини похідних целюлози в органічних розчинниках, що зазвичай містять пластифікатор. Нітролак швидко висихає, дає блискучу плівку коричневого або жовтого кольору, його широко застосовують для фарбування меблів і дерев'яних деталей. Етілцелюлозний лак безбарвний, його використовують для фарбування не забарвлених і забарвлених виробів і деталей з дерева. Нітролаки вогнебезпечні; висихаючи, виділяють шкідливі для здоров'я пари розчинника, тому при їх використанні необхідно бути обережним і дотримуватися встановлених правил охорони праці.

Смоляні лаки (синтетична смола, диспергована в органічному розчиннику) знаходять широке застосування для захмсту металів від корозії. Лаки на основі сечовино-формальдегідної та поліефірної смол використовують для фарбування паркетних підлог, для обробки фанери, столярних виробів, дерево-стружкових плит. Фарбування перхлорвініловими лаками захищають матеріал будівельних конструкцій від корозії. Для фарбування деталей з кольорових металів і дерева застосовують алкідний лак.

Олійно-смоляні лаки випускають різного призначення. Одні з них використовують для лакування меблів і дерев'яних підлог, інші - для зовнішніх малярних робіт. Лакування олійною фарбою посилює антикорозійні властивості покриття.

#### Емалеві фарби

Емалевою фарбою називають композицію з лаку та пігменту. Плівкоутворюючими речовинами в емалевих фарбах є полімери – гліфталеві, перхлорвінілові, алкідно-стирольні, синтетичні смоли, ефіри целюлози.

Будівельні емалі з гліфталевих смол найчастіше використовують для внутрішніх оздоблювальних робіт по штукатурці і дереву, а також для заводської обробки азбестоцементних плит, деревно-волокнистих плит.

Нітрогліфталеві та пентафталеві емалі застосовують для внутрішніх і зовнішніх малярних робіт. Перхлорвінілові емалеві фарби водостійкі: їх застосовують переважно для зовнішньої обробки. Бітумну емалеву фарбу отримують, вводячи в бітумно-масляний лак алюмінієвий пігмент (алюмінієву пудру). Ці емалі стійкі до дії води, тому їх використовують для фарбування санітарно-технічного обладнання, сталевих віконних рам, ґрат.

#### Лакофарбові захисні покриття

Лакофарбові матеріали застосовують для захисту будівельних конструкцій споруд від впливу води і вологої атмосфери, що містить агресивні гази. Хімічно стійкі барвисті склади готують на основі перхлорвінілових, епоксидних і фурілових смол. Використовують також резольну фенолоформальдегідну смолу (бакелітовий лак), нафтовий бітум і кам'яновугільний пек. Покриття зазвичай складається з ґрунтовки, шпатлівки і покривних шарів барвистого складу (лаку, емалі або емульсійної фарби).

Перхлорвінілові лаки і емалі випускаються в широкому асортименті у вигляді дисперсії ПХВ смоли в розчиннику Р-4. Хімічно стійкі емалі (ХСЕ) відрізняються кислотостійкістю: для одержання щільного покриття наносять кілька шарів емалі (до 6–10 шарів).

Епоксидні лакофарбові матеріали (емалі, лаки, шпатлівки) отримують на основі епоксидних смол і їхніх сумішей з іншими смолами (компаунди). Використовують відомі органічні розчинники – ацетон, толуол, а також спеціальні розчинники. Епоксидні лаки та емалі відрізняються високою стійкістю до лугів, солей, масел і до більшості розчинників. Вони знайшли широке застосування для захисту споруд (резервуарів, відстійників, витяжних труб), а також металевих конструкцій та обладнання.

Бакелітовий лак – дисперсія резольної фенолформальдегідної смоли в розчиннику. Для прискорення твердіння бакелітові лаки піддають тепловій обробці. Покриття стійкі до кислот, солей і до ряду органічних розчинників (ацетон, анілін та ін) при температурі до 120 °С, але руйнуються в розчинах лугів та при дії вологого хлору і окислювачів (азотної і міцної сірчаної кислот).

Бакелітові лаки застосовують для захисту від корозії промислової апаратури та споруд. Фурілові лаки – це спирто-ацетонові розчини фурілових та фенолформальдегідних смол. Використовують їх для захисту бетонних і сталевих поверхонь проти дії кислих та лужних середовищ.

Кремнійорганічні (силіконові) лаки і емалі отримують на основі кремнійорганічних смол, які модифікують іншими смолами. Вони відрізняються підвищеною теплостійкістю (до 200–300 °С), можуть витримувати короточасну дію високих температур (до 500 °С), тому силіконові полімери застосовують в термостійких покриттях для фарбування димових труб, печей, вентиляторів і т. п. При нагріванні силіконових смол вище певної температури (наприклад, метілсиліконів понад 260–300 °С) відбувається поступове відділення і окислення алкільних і акрильних груп. Якщо плівки пігментовані, то високоактивні силіконові групи, які утворилися, можуть вступати в реакцію з пігментом. Цим пояснюється, що пігментовані силіконові плівки часто не руйнуються навіть при 350–500 °С, причому зберігається їх адгезія до основи, тоді як не пігментовані плівки руйнуються і відклеюються.

Силіконові фарби наносяться пензлем, фарбопультами та ін. Деякі з них висихають при кімнатній температурі, інші - при нагріванні до 260 °С. На основі кремнійорганічних смол отримують також емалі загального призначення. Вони являють собою суспензію пігментів і наповнювачів у кремнійорганічному лаці (з додаванням розчинника).

Емалі випускають різних кольорів, їх використовують у якості захисних декоративних покриттів. Лакофарбовий захист будівельних конструкцій порівняно простий для виконання, дає можливість легко відновити захист будівель. В останній час все ширше почали застосовувати складні компаунди, які отримують поєднанням різних полімерів або поєднанням їх з іншими продуктами (наприклад, з бітумом).

У компаундах використовують позитивні властивості компонентів, що дозволяє досягти майже універсальною стійкості (виключаючи дію сильних

окислювачів). Набувають поширення покриття, армовані волокнами або тканинами (бавовняної, синтетичної або скло тканиною в залежності від середовища). Для створення більш надійного захисту використовують потовщені покриття – обмазки.

#### Обмазки та замазки

Для захисту сталевих арматур від корозії, особливо небезпечної у залізо-бетонах, застосовують захисні покриття у вигляді обмазок. Добре себе зарекомендували суміші, приготовані на основі розчинів хімічно стійких синтетичних смол та портландцементів.

Цементно-полістирольну замазку готують з портландцементу, полістирольного клею і меленого піску. Полістирольний клей одержують розчиненням полістиролу в скипидарі у співвідношенні 1 : 4 (за масою). Обмазка висихає на повітрі при 20 °С приблизно за 30 хв. Цементно-перхлорвінілова обмазка складається з перхлорвінілового лаку та портландцементу, взятих у співвідношенні 1 : 1. Сушіння обмазки триває 4 години. Арматура покривається обмазкою, що має сметаноподібну консистенцію, малярськими засобами або зануренням. Обмазка може використовуватися в поєднанні з інгібіторами корозії сталевих арматур (нітритом натрію та ін.) Застосовують і інші види обмазок: цементно-казеїнову суміш, цементно-бітумну мастику і глінобітумну пасту. Замазки застосовують переважно в якості в'язучих при виконанні облицювальних та футерувальних робіт. Крім того, їх використовують як покриття для захисту від корозії металевих промислових апаратів. Арзаміт-замазку готують на основі розчину резольної фенолформальдегідної смоли з добавкою затверджувача і наповнювача (меленого кварцового піску, сірчаноокислого барію, графітового порошку і т.п.). Вона водостійка, добре протистоїть дії кислих і нейтральних середовищ. Має порівняно високу міцність на розтяг (3–5 МПа) в залежності від марки. Замазку рекомендується застосовувати при 18–20 °С. Фаїзол-замазку виготовляють на фурфуролацетоновому мономері (ФА) з додаванням бензосульфокислоти (БСК). Наповнювачем є графіт, андезит, кокс



у вигляді порошку. Фаізол-замазки стійки до дії води, лугів, органічних розчинників (крім ацетону) та кислот. Замазки токсичні, тому роботи з замазками слід виконувати при дотриманні встановлених правил охорони праці.

### 3.3 Оліфи і масляні фарби

#### Оліфи

Застосовують натуральні і напівнатуральні оліфи. Натуральні оліфи одержують шляхом спеціальної обробки рослинних олій: лляного, конопляного і деяких інших. Масла, що висихають являють собою суміш складних ефірів жирних кислот, що містять подвійні та потрійні зв'язки. Наявність кратних зв'язків зумовлює здатність тверднути в тонкому шарі на повітрі внаслідок окисної полімеризації. Щоб прискорити процес твердіння («висихання»), масло піддають термічній обробці при температурі близько 150 °С з додаванням в нього 2–4 % сикатива. Сикативами є металорганічні речовини, що розчиняються в нагрітому маслі, – марганцеві, кобальтові солі жирних або нафтеноних кислот.

Отримана таким чином оліфа швидко висихає в тонкому шарі (за 12–24 год). Термін «висихання оліфи» – умовний, він характеризує перехід оліфи з рідкого у твердий стан, обумовлений хімічними процесами окислення киснем повітря і полімеризації.

Напівнатуральні оліфи (оксоль) отримують шляхом розчинення сильно ущільненого масла в летючому органічному розчиннику. Для виробництва напівнатуральної оліфи можна застосовувати не висихаючі і напів-висихаючі харчові олії (бавовняне, соняшникове, соєве, рицинове), непридатні для виготовлення натуральних оліф. У результаті спеціальної обробки такі масла сильно ущільнюються, перетворюючись на в'язкі речовини. Найчастіше застосовується оксидація, здійснювана в присутності сикативів, шляхом продування повітря при 130–150 °С. Отримана густа маса доводиться до

малярської консистенції на заводі додаванням приблизно рівного (за масою) кількості розчинника.

Напівнатуральні оліфи висихають внаслідок випаровування розчинника, а також взаємодії олії з киснем повітря. Рідше застосовують ущільнення олії шляхом його варіння в атмосфері нейтрального газу у вакуумі при температурі близько 300 °С.

Напівнатуральні оліфи поступаються натуральним за показниками міцності та атмосферостійкості плівки, тому їх застосовують переважно для внутрішніх малярних робіт.

Гліфталева оліфа являє собою дисперсію синтетичної гліфталевої смоли в летючому органічному розчиннику з добавкою близько 35 % рослинної олії. Ця оліфа за своєю атмосферостійкістю майже не поступається натуральній оліфі. Пентафталева оліфа виготовляється з пентафталевої смоли, модифікованої рослинним маслом, з додаванням сикативу і уайт-спіриту як розчинника. Якість оліф характеризується кольором, прозорістю, швидкістю висихання, довговічністю і еластичністю плівки.

#### Масляні фарби

Масляні фарби випускають у вигляді однорідних суспензій, у яких кожна частка пігменту оточена адсорбованим на її поверхні сполучною речовиною – оліфою. На заводах масляні фарби виготовляють шляхом ретельного розтирання оліфи з пігментом і наповнювачем у спеціально призначених машинах. Густотерті фарби – у вигляді паст– доводять до робочої в'язкості додаванням оліфи па місці робіт. Рідкотерті фарби випускають готовими до вживання з вмістом 40–50 % оліфи. До таких фарб відносяться, наприклад, титанові і цинкові білила.

Масляні фарби застосовують з урахуванням виду оліфи і пігменту, що входять до їх складу. Фарби на натуральній оліфі використовують для захисного забарвлення сталевих конструкцій мостів і гідротехнічних споруд, сталевих опор і т. п., а також для фарбування віконних плетінь, підлог та інших дерев'яних елементів з метою запобігання деревини від зволоження. Нижні

частини стін лікарняних і шкільних приміщень, що часто промиваються, фарбують олійною фарбою.

Таким чином лакофарбові матеріали (ЛФМ) – склади (переважно рідкі або пастоподібні), які після нанесення тонким шаром на тверду основу висихають з утворенням твердої плівки – лакофарбового покриття. Основними лакофарбовими товарами є оліфи, лаки і барвисті склади (фарби).

Як, вихідні матеріали для приготування оліф, лаків і фарб служать рослинні масла, синтетичні та природні смоли, сикативи, розчинники і розріджувачі, пластифікатори та пігменти. Деякі з цих матеріалів (сикативи, розчинники і розріджувачі, частково і пігменти) поряд з оліфами, лаками і фарбами також надходять у продаж і служать в основному для коригування складу і властивостей вже готових лакофарбових матеріалів.

Лакофарбове покриття – покриття, яке утворюється в результаті плівкоутворення (висихання) лакофарбових матеріалів, нанесених на поверхню виробів. Основне призначення лакофарбових покриттів – захист матеріалів від руйнування (наприклад, металів – від корозії, дерева – від гниття) і декоративна обробка виробів. Існують також лакофарбові покриття спеціального призначення – електроізоляційні, флуоресцентні, термоіндикаторні, термостійкі, бензо- і маслостійкі та ін.

Властивості лакофарбового покриття визначаються складом лакофарбових матеріалів (типом плівкоутворювальних речовин, пігментів та ін), а також структурою покриттів, які в більшості випадків складаються з декількох шарів. Найважливіші вимоги до лакофарбовим покриттям – міцне зчеплення (адгезія) окремих шарів один з одним, а нижнього шару – також і з основою, твердість, міцність при вигині та ударі, вологонепроникність, атмосферостійкість, комплекс декоративних властивостей (прозорість або покриваність, колір, ступінь блиску, візерунок і ін.).

Технологічний процес отримання лакофарбового покриття включає операції підготовки поверхні, нанесення окремих шарів, сушіння лакофарбових покриттів та їх обробку.

#### 4 Методика розрахунка викидів забруднюючих речовин при фарбувальних роботах

У процесі фарбувальних робіт в повітряне середовище виділяються забруднюючі речовини у вигляді парів розчинників та аерозолу фарби. Кількість виділених забруднюючих речовин залежить від застосовуваних матеріалів фарб, методу фарбування та ефективності роботи очисних пристроїв.

Розрахунок виділення забруднюючих речовин проводиться окремо при фарбуванні, при сушінні, та при розведенні в разі виконання цих операцій в різних приміщеннях.

Валове виділення аерозолу фарби при проведенні фарбувальних робіт (кг/рік) – визначається за формулою:

$$M^0_k = m \times \delta_k \times 10^{-4} \times K_c,$$

де  $m$  – кількість фарби, витраченої за рік, кг;  $\delta_k$  – частка фарби, витраченої у вигляді аерозолу (%) (табл. 1.1);  $K_c$  – кількість фарби, яка не випаровується (сухий залишок), %, (табл. 1.2).

Валові виділення компонентів розчинника (кг / рік), що входить до складу фарби, визначаються за формулою:

$$M_{\text{пар } i} = m \times f_p \times 10^{-2},$$

де  $f_p$  – кількість летючих забруднюючих речовин, що містяться в лакофарбовому матеріалі, обчислюється за даними таблиці 1.2.

$$f_p = f_p' \times F_{\text{л}},$$

де  $f_p'$  – кількість забруднюючих речовин, що містяться в летючій частині лакофарбового матеріалу (табл. 1.2);  $F_{\text{л}}$  – частка летючої частини лакофарбового матеріалу. Для розведення фарб (емалей) застосовуються різні розчинники. У зв'язку з цим додатково виділяються пари цих розчинників.

Розрахунок валових виділень компонентів розчинника (кг/рік) визначається за формулою:

$$M_{\text{пар } i} = m' \times f_p' \times 10^{-2}$$

де  $m'$  – кількість витраченого розчинника за рік, кг;  $f_p'$  – кількість забруднюючих речовин, що містяться в розчиннику, %, (табл. 1.2).

Загальна сума валового виділення кожного компонента розчинника (кг/рік) визначається за формулою (в разі проведення фарбування, сушки, розведення в одному приміщенні).

Максимально разове виділення забруднюючих речовин (г/с) визначається з розрахунку максимальної витрати лакофарбового матеріалу в період проведення технологічного процесу. Для аерозолі фарби:

$$G_k^0 = \frac{m_{max} \cdot \delta_k \cdot K_c \cdot 10^{-4}}{3.6}$$

де  $m_{max}$  – максимальна витрата лакофарбового матеріалу, кг/рік. Для компонентів розчинників при проведенні фарбувальних робіт:

$$G_{пар i}^0 = \frac{m_{max} \cdot f_p \cdot 10^{-2}}{3.6}$$

Для компонентів розчинника при розведенні:

$$G_{пар i}^p = \frac{m'_{max} \cdot f'_p \cdot 10^{-2}}{3.6}$$

Валовий викид аерозолі фарби (кг / рік) визначається за формулою:

$$T_k^0 = M_k^0 \cdot K_{oc} \cdot \left(1 - \frac{\gamma}{100}\right)$$

де  $K_{oc}$  – коефіцієнт осідання аерозолі фарби в повітроводах (табл. 1.3);

$\gamma$  – коефіцієнт очищення вловлюючого апарату, % (табл. 1.4).

Валові викиди компонентів розчинників визначаються за формулою:

$$T_{пар i}^{общ} = M_{пар i}^{общ} \cdot \left(1 - \frac{\gamma}{100}\right)$$

де  $\gamma$  – ступінь уловлювання компонентів розчинників в вловлювачі апарату, % (табл. 1.4).

У разі виконання операцій сушіння і фарбуванні в різних приміщеннях викиди визначаються за формулами:

$$T_{пар i}^o = T_{пар i}^{общ} \cdot \delta'_p \cdot 10^{-2}$$

$$T_{пар i}^c = T_{пар i}^{общ} \cdot \delta''_p \cdot 10^{-2}$$

де  $\delta'_p$  – частка розчинника, що виділяється з лакофарбового матеріалу при нанесенні покриття, %; (табл. 1.1);

$\delta''_p$  – частка розчинника, що виділяється з лакофарбового матеріалу при сушінні, %, (табл. 1.1).

Максимально разовий викид аерозолі фарби (г/с) визначається за формулою:

$$P_k^o = G_k^o \cdot K_{oc} \left(1 - \frac{Y \cdot A}{100}\right)$$

10

Максимально разові викиди компонентів розчинників при фарбуванні, сушці і розведенні визначаються за формулою:

$$P_{пар i} = G_{пар i} \cdot \left(1 - \frac{Y}{100}\right)$$

$$P_{пар i}^p = G_{пар i}^p \cdot \left(1 - \frac{Y}{100}\right)$$

Таблиця 1.1 – Виділення забруднюючих речовин при нанесенні лакофарбових покриттів

Спосіб фарбування	Аерозолі (% від продуктивності при фарбуванні)	Пари розчинника (% від загального вмісту розчинника у фарбі, по вазі)	
	при фарбуванні $\delta_k$	при фарбуванні $\delta_p'$	при сушінні $\delta_p''$
розпилення:			
пневматичне	30,0	25	75
без повітряне	2,5	23	77
гідро-електростатичне	1,0	25	75
розпилення:			
пневмо-електростатичне	3,5	20	80
електростатичне	0,3	50	50
електроосадження	–	10	90
занурення	–	28	72
струменевий обливши	–	35	65
Покриття лаком в лак наливних машинах:			
металевих виробів	–	60	40
дерев'яних виробів	–	80	20
ручний метод	–	35	65

Таблиця 1.2 – Кількість летючої частини окремих компонентів ЛФМ (%)

Марка лакофарбових матеріалів	Компоненти, що входять до складу летючої частини лакофарбових матеріалів і розчинників, %, гр												Летюча частина	Сухий залишок
	Ацетон	Бутанол	Бутилацетат	Ксилол	Уайт-спірит	Толуол	Етанол	Етилцелозольв	Етилацетат	Сольвент	Ізобутанол	Бензин		
Розчинник:														
646	7,0	15,0	10,0	–	–	50	10,	8,0	–	–	–		100	–
647	–	7,7	29,8	–	–	41,3		–	21,2	–	–		100	–
648	–	20,0	50,0	–	–	20	10	–		–	–		100	–
649	–	–	–	50	–	–	–	30	–	–	20,0		100	–
P-4	26	–	12	–	–	62	–	–	–	–	–		100	–
P-5	50		10			40							100	
P- 5A	30	–	30	–	–	40	–	–	–	–	–		100	–
Емаль:														
МС-17		–	–	100	–		–	–	–	–	–	–	60	40
МЛ-12		10,0	–	–	90		–	–	–				65	35
МЛ-152		20,85	–	39,76	13,2	–	–	–	–	14,1	9,59	2,5	62	38
МЛ-197		35,9	–	63,4	0,7	–	–	–	–		–	–	61	39
НЦ-11		10	35,0	–	–	–	20	–	35	–	–	–	65	45
НЦ-26		15	10,0	–		–	15	8,0	52	–	–	–	66	34
Грунтівки														
ФЛ-03к	–	–	–	50	50	–	–	–	–	–	–	–	30	70
БЛ-02	–	25	–	–	–	–	75	–	–	–	–	–	79	21
БЛ-023	22,78	24	3,22	–	–	–	50	–	–	–	–	–	74	26
МЛ-029	–	42,6	–	57,4	–	–	–	–	–	–	–	–	61	39
ГФ-017	–	–	–	100	–	–	–	–	–	–	–	–	50	50
ГФ-021	–	–	–	100	–	–	–	–	–	–	–	–	50	50
Шпатлівки:														
ПФ-002	–	–	–	–	–	100	–	–	–	–	–	–	25	75
ЭП-0010	–	–	–	–	–	–	55,1	44,9	–	–	–	–	15	85

Таблиця 1.3 – Визначення коефіцієнта осідання аерозолі фарби в повітроводах

Найменування коефіцієнта	Довжина повітря – проводу від місця виділення до очисного пристрою, м				
	До 2	2–5	5–10	10–15	15–20
коефіцієнт $K_{oc}$	1,0	1,0–1,8	0,8–0,5	0,5–0,3	0,3–0,1

Таблиця 1.4 – Середні експлуатаційні ефективності апаратів пиловловлювання та газоочищення викидів при фарбуванні виробів

Апарат	Ефективність уловлювання, %	
	твердих і рідких частинок	газоподібних та пароподібних компонентів
Установка		
Гідрофільтри: форсункові, каскадні, барботажно-вихрові	86–92, 90–92, 94–97	20–30 40
Установки рекуперації розчинників (адсорбція твердими поглиначами)	–	92–95
Установка термічного окислення парів розчинників	–	92–97
Установка каталітичного окислення парів розчинників	–	95–99

#### 4.1 Приклад розрахунку

Фарбування виробів в приміщенні станції проводиться ручним методом пензлем або валиком. Витрата фарби ПФ-115 становить 400 кг/рік. Максимальні витрати фарби – 1,5 кг/год.

У процесі роботи в повітряне середовище виділяються забруднюючі речовини у вигляді парів розчинників. Фарбування і сушка виконуються в одному приміщенні, тому виділення забруднюючих речовин підсумовуються.



Валові виділення компонентів розчинника (кг/рік) при проведенні фарбувальних робіт і сушінні виробів розраховуються за формулою:

$$M_{\text{пар } i} = m \times f_p \times 10^{-2},$$

До складу розчинника фарби ПФ-115 входять ксилол і уайт-спірит.

Для ксилолу  $f_p = 50 \times 0,45 = 22,5 \%$ ;

для уайт-спіриту  $f_p = 50 \times 0,45 = 22,5 \%$ .

Валове виділення ксилолу при фарбуванні і сушінні:

$$M_{\text{бщ кс}} = 400 \times 22,5 \times 10^{-2} = 90,00 \text{ кг/рік} = 0,09 \text{ т/рік}.$$

Валове виділення уайт-спіриту при фарбуванні і сушінні:

$$M_{\text{бщ кс}} = 400 \times 22,5 \times 10^{-2} = 90 \text{ кг/рік} = 0,09 \text{ т/рік}.$$

Валові викиди компонентів розчинників при фарбуванні і сушінні при відсутності вловлюючого обладнання рівні виділенням забруднюючих речовин.

Максимально разове виділення забруднюючих речовин (г/с) визначається з розрахунку максимальної витрати лакофарбового матеріалу в період проведення технологічного процесу: фарбуванні і сушки.

$$G_{\text{пар } i}^0 = \frac{m_{\text{max}} \cdot f_p \cdot 10^{-2}}{3,6}$$

Максимально разове виділення ксилолу при фарбуванні і сушінню:

$$G_{\text{кс}} = [1,5 \times 22,5 \times 10^{-2}] / 3,6 = 0,09375 \text{ г/с}.$$

Максимально разове виділення уайт-спіриту при фарбуванні і сушінню:

$$G_{\text{кс}} = [1,5 \times 22,5 \times 10^{-2}] / 3,6 = 0,09375 \text{ г/с}.$$

Максимально разові викиди компонентів розчинників при проведенні фарбувальних робіт при відсутності вловлюючого обладнання рівні виділенням забруднюючих речовин. Таким чином, викиди забруднювачів від лакофарбового ділянки складуть:

Ксилол 0,090 т/рік або 0,09375 г/с.

Уайт-спірит 0,090 т/рік або 0,09375 г/с.

## 4.2 Індивідуальні завдання

**Мета роботи:** Визначення кількості шкідливих речовин, що надходять в атмосферне повітря при проведенні фарбувальних робіт. Розрахувати викиди забруднюючих речовин за наступними вихідними даними.

№ варіанту	Марка ЛФМ	нанесення фарби	витрата фарби, кг	розчинник	витрата розчинника, кг
1	2	3	4	5	6
1	Емаль МЛ-145	струменеве обливання	550	646	120
2	Емаль МЛ-192	розпилення пневматич.	610	649	70
3	Емаль МЛ-128	занурення	740	646	85
4	Емаль МС-175	струменеве обливання	630	647	90
5	Емаль МЛ-197	розпилення електростатичне	550	648	110
6	Емаль МЛ-152	розпилення пневматич.	570	Р-4	120
7	Емаль НЦ-115	струменеве обливання	650	Р-5	90
8	Емаль НЦ-262	ручне	580	647	130
9	Емаль МС-175	розпилення електростатичне	620	648	170
10	Грунтовка ФЛ-03К	розпилення пневматичне	650	Р-4	150
11	Грунтовка БЛ-02	занурення	680	646	140
12	Грунтовка-БЛ-023	струменевий облив	700	647	90
13	Грунтовка МЛ-029	розпилення електростатичне	620	648	110
14	Грунтовка ГФ-017	розпилення пневматичне	650	646	150
15	Емаль МЛ-197	занурення	550	648	140

### Продовження

1	2	3	4	5	6
16	Емаль МЛ-152	струменевий облив	600	Р-5	170
17	Емаль НЦ-117	розпилення електростатичне	620	647	130
18	Емаль НЦ-26	розпилення пневматичне	630	649	120
19	Грунтовка БЛ-02	занурення	590	646	140
20	Грунтовка ГФ-017	розпилення електростатичне	600	647	150

### 4.3 Звіт

При оформленні звіту необхідно вказати мету роботи, дати докладну характеристику лакофарбового матеріалу, способу нанесення, привести розрахункову формулу з поясненнями, виконати розрахунок. Для кожного шкідливої речовини записати ГДК (гранично разову і середньо-добову) в атмосферному повітрі. Висновки по роботі повинні містити значення визначених величин із зазначенням найбільш шкідливої речовини.

## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Яковлев А. Д. Лакокрасочные покрытия функционального назначения / А. Д. Яковлев, С. А. Яковлев. – СПб. : Химиздат., 2016. – 271 с.
2. Лакокрасочные материалы. Сырье и полуфабрикаты. Справочник / под ред. И. Н. Сапгира. – М., Госхимиздат, 1961. – 506 с.
3. Справочное пособие. Лакокрасочные материалы. Технические требования и контроль качества / К. П. Беляева. – М. : Химия, 1977. – Т.1. – 336 с.; Т.2. – 288 с.
4. Гольдберг М. М. Сырье и полупродукты для лакокрасочных материалов. Справочное пособие / [М. М. Гольдберг, Т. А. Ермолаева, М. Л. Лившиц и др.]. – М.: Химия, 1978. – 512с.
5. Лившиц М. Л. Классификация лакокрасочных материалов / М. Л. Лившиц. – М. : Химия, 1961. – 155 с.
6. Технические характеристики эмали ПФ-115. Режим доступа : <http://www.covercolor.ru/blog/articles/harakteristiki-emali-pf-115>.

*Виробничо-практичне видання*

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**

до виконання практичної та самостійної роботи  
із 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)*

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

Відповідальний за випуск *О. О. Мураєва*  
*За авторською редакцією*

Комп'ютерне верстання *І. В. Волосожарова*

План 2020, поз. 113 М.

---

Підп. до друку 14.08.2020. Формат 60 × 84/16.  
Друк на ризографі. Ум. друк. арк. 1,7.  
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.