

# Хімічна підготовка поверхні - важливий елементів успіху в порошковому фарбуванні

дата публікації: 2024.06.17



Фото 1

**Підготовка поверхні перед порошковим фарбуванням є ключовим етапом, який визначає довговічність і якість кінцевого покриття. Цей процес включає ретельне очищення, видалення забруднень і застосування відповідної хімічної обробки, яка покращує адгезію фарби до основи. Завдяки правильній підготовці поверхні порошкове покриття набуває більшої стійкості до корозії та механічних пошкоджень. Нехтування цим етапом може призвести до проблем з адгезією фарби, наслідком чого є скорочення терміну служби покриття і необхідність дорогого ремонту.**

Основні етапи підготовки поверхні перед нанесенням порошкового покриття можуть включати

## 1. Очищення:

- **знежирення:** видалення масел, олів та інших забруднень. Це можна зробити за допомогою розчинників, лужних очищувачів або миючих засобів;
- **промивання:** після знежирення ретельно промийте поверхню чистою водою, щоб видалити залишки миючого засобу.

## 2. Обробка поверхні:

- **механічна обробка:** включає такі методи, як шліфування або піскоструминна обробка (з використанням піску, дробу або інших абразивів) для видалення іржі, окалини та інших

дефектів поверхні;

- хімічна обробка: наприклад, фосфатування або хроматування, що створює конверсійне покриття для збільшення адгезії та забезпечення корозійної стійкості. Зазвичай використовується для таких металів, як сталь і алюміній.

### 3. Травлення:

Для деяких металів, таких як алюміній, можна використовувати кислотне травлення для видалення оксидів і отримання чистої поверхні, що покращує адгезію покриття.

### 4. Промивання:

Промивання після обробки має вирішальне значення для видалення будь-яких залишків хімічних речовин для обробки поверхні.

### 5. Сушіння:

Перед нанесенням порошкової фарби переконайтеся, що поверхня повністю суха. Волога на поверхні може спричинити дефекти покриття.

### 6. Маскування (за необхідності):

Ділянки, які не підлягають фарбуванню, слід замаскувати за допомогою стрічки, заглушок або інших маскувальних матеріалів.

У цій статті будуть описані хімічні методи підготовки поверхні перед порошковим фарбуванням.

## **Залізофосфатування**

Залізофосфатування є найпоширенішим методом підготовки поверхні перед порошковим фарбуванням. Без сумніву, ця спосіб підготовки поверхні ідеально підходить для нанесення порошкового покриття.

Залізофосфатування використовується для підвищення адгезії порошкових покриттів до металевої основи та запобігання поширенню корозії під покриттям. Ці конверсійні покриття наносяться тільки на належним чином очищені залізні поверхні і лише певною мірою на поверхню кольорових металів. Покриття, отримані з фосфатів заліза, переважно аморфні. Якщо потрібна дуже висока якість, швидше за все, знадобиться додаткове ущільнювальне конверсійне покриття.

## **Переваги залізофосфатування**

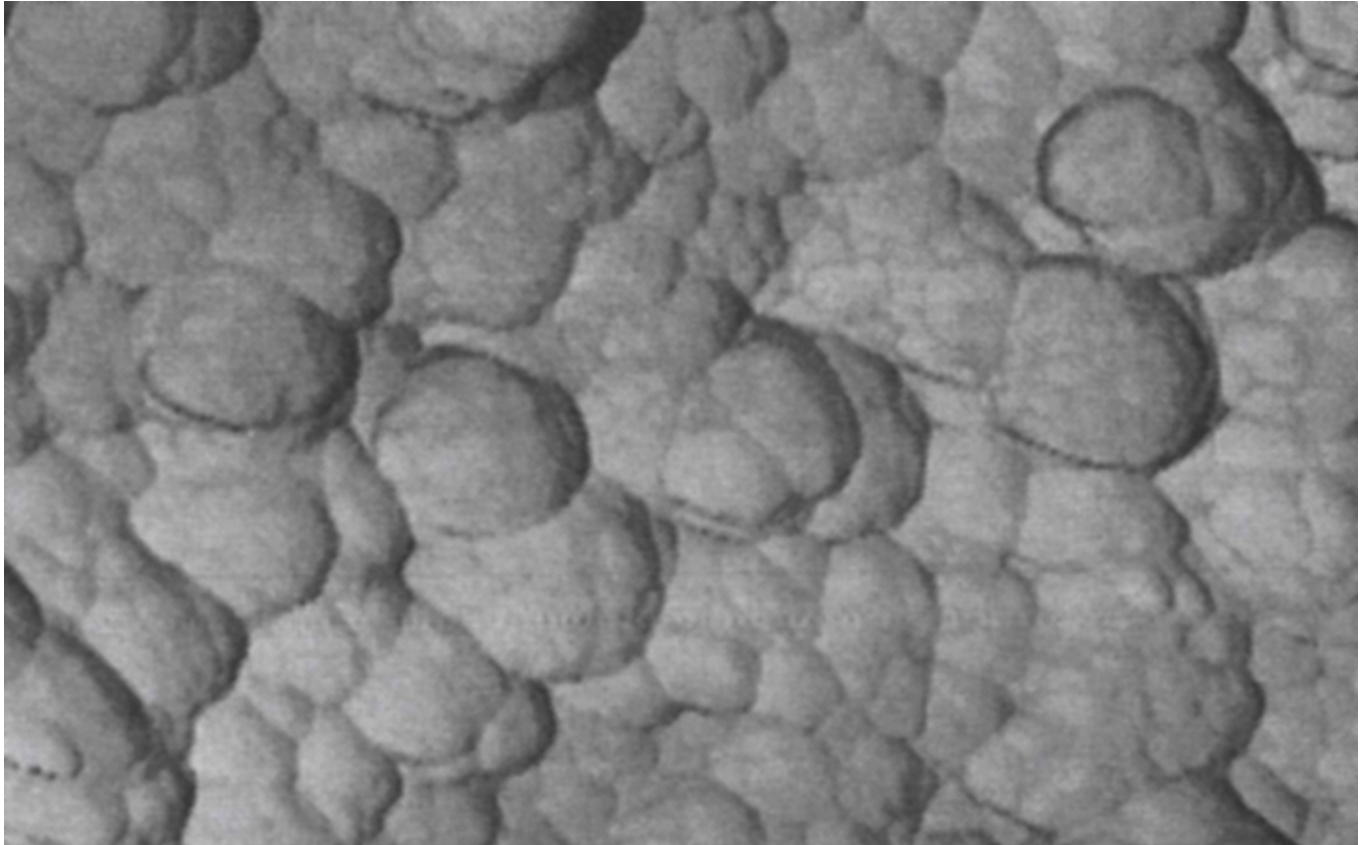
Не можна заперечувати той факт, що для більшості застосувань залізофосфатування є найкращим вибором для хімічної підготовки поверхні, оскільки воно має такі переваги:

- відсутність важких металів;
- суцільне, рівномірне покриття;
- простота контролю;
- мінімальне утворення осаду;
- менш складна утилізація;
- висока якість результатів;
- економічна ефективність.

## Як утворюється залізофосфатне покриття?

Коли чистий метал контактує зі слабокислим фосфатним розчином, відбувається травлення. Це призводить до зниження концентрації кислоти на межі рідина/метал. Залізо розчиняється, виділяється водень, а фосфат осаджується.

Для збільшення швидкості осадження фосфатів можна додавати прискорювачі, такі як нітрити, нітрати, хлорати, пероксиди або спеціальні органічні хімічні речовини. Важливо контролювати рівень рН, оскільки деякі хімічні склади працюють в діапазоні рН від 3,0 до 5,0, тоді як інші - в діапазоні від 4,5 до 6,0.



*Фото 2. Залізофосфатне покриття на на сталі  
(масштаб 1 мікрон - атомно-силовий мікроскоп)*

Фосфатне покриття забезпечує адгезію між металом і порошковим покриттям, оскільки воно змінює фізичну природу поверхні металу. Завдяки цим властивостям фосфатне покриття покращує стійкість до мігруючої вологи, що підвищує корозійну стійкість. Залізофосфатування ідеально підходить для металів, що містять залізо, але завдяки хімічним модифікаціям його можна використовувати для таких металів, як алюміній, цинк і оцинковані матеріали.

Залізофосфатне покриття може наноситися розпиленням, зануренням в трьох- та п'ятиетапних процесах. При розпилювальному методі деталі очищаються і фосфатуються за допомогою ручного розпилювача з хімічним розчином під високим тиском або в автоматичних тунелях прохідного типу. У занурювальних системах деталі занурюються в ванни з хімічним розчином. Іноді в занурювальних системах також використовується додаткове перемішування для підвищення ефективності очищення та фосфатування. Хімічний розчин для цих систем зазвичай нагрівають, щоб забезпечити найкращі результати.

## Триетапний процес

Хімічна концентрація суміші: 2-3% об.

Кислотність (pH): 3,5-5,5

Температура: 32-60°C для 1 і 3 етапів

Перший етап є комбінованим, він передбачає ретельне видалення всіх забруднень і подальше нанесення фосфатного покриття.

Другий етап - промивка для змивання забруднень, що не прилипли, і зупинки фосфатної реакції на поверхні.

Третій етап - хімічна промивка перед сушінням для видалення залишків хімічних речовин, запобігання поверхневій іржі та покращення загальних експлуатаційних характеристик виробу.



Фото 3.

### П'ятиетапний процес

Хімічна концентрація суміші: 2-4% об. для етапів 1 і 3, 0,1-2,0% об. для етапу 5 pH: етап 1 лужний, етап 3 кислий

Температура етапів: 32-60°C для етапів 1 і 3 та 21-60°C для етапу 5 (на вибір)



Фото 4.

На першому етапі використовуються лужні мийні засоби, які набагато краще видаляють забруднення з поверхні основи порівняно з комбінованими хімічними засобами для очищення та нанесення фосфатних покриттів. Завдання другого етапу - нейтралізувати лужність, змити всі залишкові забруднення і підготувати деталь до рівномірного фосфатування. На третьому етапі формується однорідне, аморфне залізофосфатне покриття. Мета четвертого етапу - змити залишки фосфатного розчину, зупинити подальшу реакцію фосфатування і підготувати деталь до остаточного ополіскування. Завданням останнього промивання на п'ятому етапі, незалежно від того, чи є він завершальним у триетапному або п'ятиетапному процесі, є запобігання швидкому іржавінню поверхні та підвищення корозійної стійкості.

### Цинкфосфатування

Цинкфосфатування утворює покриття, яке має чітку кристалічну структуру, матовий сірий колір і дуже добру адгезію до основи, що робить його відмінною підготовкою перед нанесенням порошкових фарб. Цей процес є більш дорогим у впровадженні та обслуговуванні, ніж залізофосфатування, але в кінцевому підсумку може принести більше переваг. Цей тип покриття зазвичай використовується в автомобільній промисловості та виробництві побутової техніки, а також в інших галузях, де вища вартість виправдана покращеними експлуатаційними



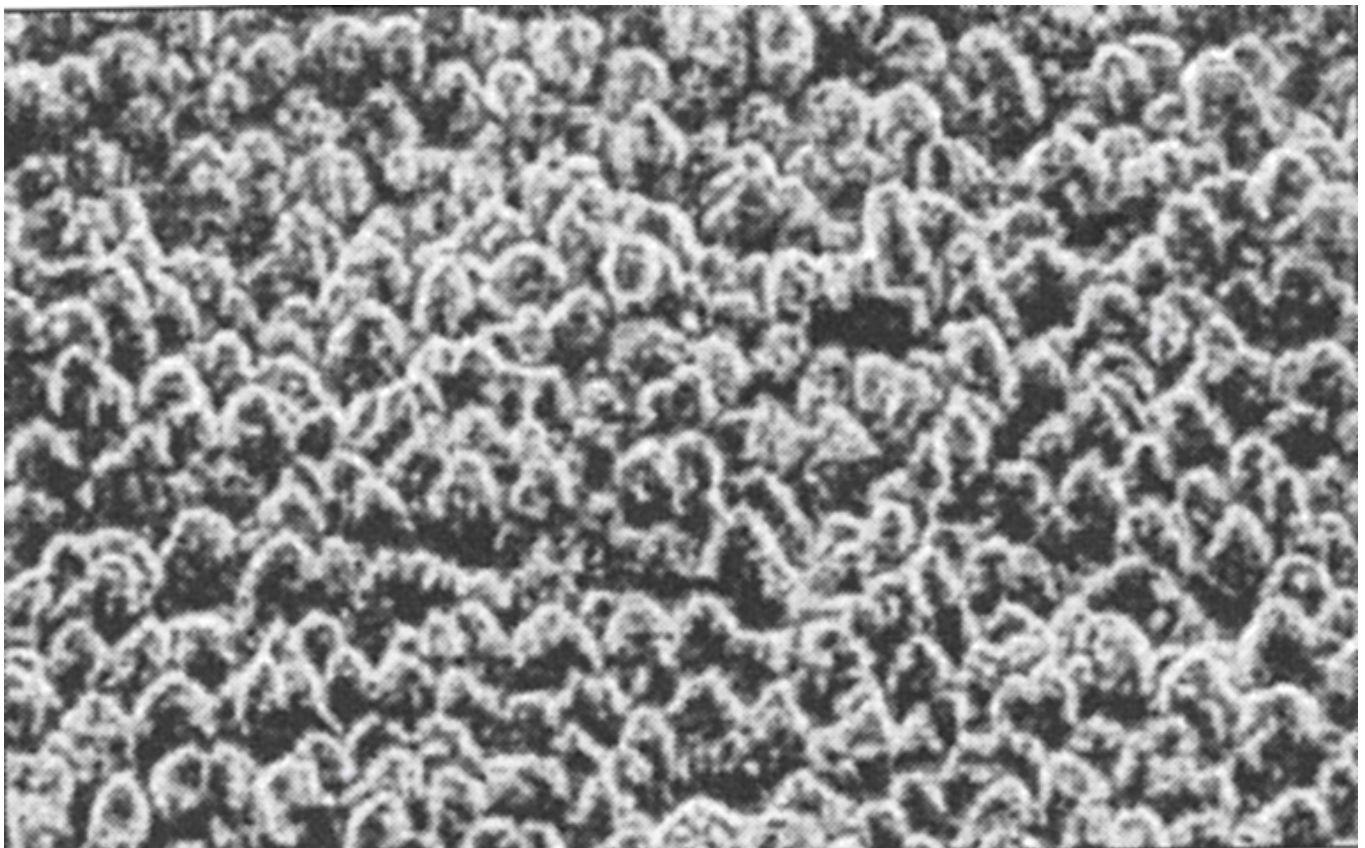
характеристиками.

### **Як отримують цинкфосфатні покриття?**

Хімічна суміш у ванні з фосфатом цинку складніша, ніж у системах залізофосфатування. Цинкфосфатна ванна в основному складається з трьох основних компонентів: розчинів фосфатів металів, тобто цинку, нікелю, кобальту, марганцю та/або їхніх комбінацій, фосфорної кислоти та окислювача.

Механізм утворення покриття суттєво відрізняється від процесу залізофосфатування. Основна відмінність полягає в тому, що більша частина покриття утворюється з розчиненого металу у ванні, а не з поверхні оброблюваного металу (наприклад, сталі).

Цинкфосфатування використовується як частина інтегрованого потокового процесу, що зазвичай складається щонайменше з п'яти етапів, а іноді з шести і більше.



*Фото 5. Цинкфосфатне покриття на на сталі  
(масштаб 1 мікрон - атомно-силовий мікроскоп)*

На першому етапі миючий засіб може виконувати дві функції. По-перше, він повинен видалити забруднення і забезпечити рівномірно чисту поверхню, а потім він може сформувати суміш для її активації. Цей тип фосфатування вимагає етапу активації поверхні для досягнення рівномірного цинкового покриття, який зазвичай слідує за етапом очищення. Таким активатором є фосфат титану або фосфат цинку, який являє собою колоїдну суспензію у воді. Коли частинки фосфату титану або фосфату цинку осаджуються на поверхні сталі, вони створюють численні місця для початкового осадження цинкфосфатного покриття.

Активна сполука титану може бути введена до складу лужного очищувача на першому етапі або додана безпосередньо до ополіскувача, що є другим етапом перед фосфатуванням.

Пасиваційне промивання або кінцева обробка зазвичай є останнім етапом операції. Вона забезпечує підвищений захист металевої поверхні, заповнюючи прогалини в кристалічній структурі та пасивуючи потенційні місця корозії.

Вимоги до обладнання для цинкфосфатних ванн дещо суворіші, ніж для залізофосфатних. Через постійне утворення осаду необхідно використовувати спеціальні засоби для видалення осаду або фільтри. Якщо осад не видаляти з ванни, він почне осідати на поверхні металу і перешкоджати реакції формування покриття. Після виходу з лінії фосфатування метал з покриттям зазвичай проходить через сушильну піч для видалення надлишку води перед нанесенням порошкового покриття. Температуру в сушильній печі слід підтримувати на мінімально необхідному для сушіння деталі рівні, максимум 177°C, щоб уникнути порушення формування кристалічної структури і деградації покриття.



Фото 6.

## Нове покоління

Традиційно для підготовки поверхні використовують залізо- або цинкфосфатування, які забезпечують необхідні експлуатаційні характеристики. Швидкий розвиток порошкового фарбування з 1990-х років призвів до розробки нового покоління безфосфатних або низькофосфатних систем, які витісняють традиційну фосфатну підготовку поверхні завдяки ряду переваг, таких як:

- екологічність, оскільки не містять цинку та інших важких металів;
- низький або нульовий рівень фосфатів;
- працюють при температурі навколишнього середовища, що знижує енергоспоживання;
- вимагають меншої кількості етапів обробки, що означає менші капітальні інвестиції в будівництво нової лінії підготовки поверхні;
- можна використовувати для різних металів;
- простота експлуатації завдяки широкому робочому діапазону, мінімальному утворенню шламу і накипу, а також простішому поводженню з відходами;
- хороша адгезія фарби та антикорозійні характеристики;
- рушійні сили змін включають зменшення впливу на навколишнє середовище та енергоспоживання процесу підготовки поверхні.

## Поєднання органосиланів і конверсійних покриттів на основі цирконію

Поєднання органосиланів і конверсійних покриттів на основі цирконію є альтернативним варіантом фосфатам заліза або цинку і відноситься до наступного покоління тонкоплівкових технологій. Цей процес забезпечує покращений захист від корозії і кращу адгезію фарби порівняно з конверсійними покриттями на основі лише цирконію. Органосилани покращують хімічний зв'язок між шаром оксиду цирконію на поверхні металу і нанесеною фарбою, тим самим підвищуючи адгезію фарби і захист від корозії. Ця технологія є безфосфатною та не містить важких металів. Вона призначена для використання на таких поверхнях, як сталь, залізо, алюміній і цинк, нанесення відбувається шляхом розпилення або занурення. Вона універсальна і сумісна з усіма покриттями та фарбами.

## Як утворюються конверсійні покриття нового покоління?

Існують різні типи конверсійних покриттів нового покоління:

- неорганічні на основі цирконію, титану або ванадію;
- органічні на основі силанів, які можна використовувати окремо або в поєднанні з неорганічними матеріалами, такими як цирконій або інші метали;
- третій тип використовує органічні молекули фосфонатів разом з титаном, цирконієм і запатентованими прискорювачами реакції.

Незалежно від типу, покриття утворює на металевій основі захисну інгібіторну плівку, яка захищає від корозії. Покриття нового покоління тонші, ніж традиційні залізно- або цинкфосфатні покриття.

Рекомендована послідовність процесу подібна до п'ятиетапної лінії підготовки поверхні методом розпилення, що використовується для залізофосфатування.



фото 7

## Хроматні конверсійні покриття

Першим хімічним конверсійним покриттям для алюмінію було аморфне фосфатно-хроматне покриття, яке розробив Ф.П. Спруенс наприкінці 1940-х років. Це покриття отримало широке визнання в аерокосмічній промисловості, яка не мала якісного засобу для підготовки поверхні. Ця суміш реагує з активною алюмінієвою поверхнею, утворюючи фосфатно-хроматне покриття, яке стає невід'ємною частиною металеві поверхні. Незабаром після розробки аморфного фосфатно-хроматного покриття було розроблено аморфне хроматне покриття. Це два абсолютно різних види покриттів, які знайшли застосування в різних галузях промисловості.

Аморфна фосфатно-хроматна ванна по суті містить три компоненти: фосфат, шестивалентний хром і джерело фтору. Колір покриття варіюється від прозорого до насиченого зеленого. Фосфатно-хроматне покриття широко використовується в різних сферах і набуло широкого визнання як засіб підготовки поверхні в аерокосмічній, електронній промисловості та при нанесенні покриттів на рулонний метал.

Аморфна хроматна ванна містить шестивалентний хром і фтор. Вона не містить фосфатів. Покриття може бути прозорим, золотистим або жовтим. Хроматний процес був розроблений на початку 1950-х років і швидко знайшов визнання в аерокосмічній промисловості, електроніці та при нанесенні покриттів на рулонний метал. Додавання прискорювачів у ванну дозволило отримувати товстіші покриття за менший час. Більш товсті покриття забезпечували кращий захист від корозії без фарбування.

Фосфатно-хроматні та хроматні покриття є чудовими конверсійними покриттями для алюмінію перед нанесенням порошкової фарби. Хром у цих покриттях виконує три функції:

- забезпечує чудовий захист від корозії;
- забезпечує відмінну адгезію фарби;
- якщо покриття подряпане до голого металу, хром у конверсійному покритті має

властивість «стікати» і захищати подряпану ділянку.

Екологічні проблеми залишаються основною рушійною силою заміни систем, що містять хром та інші важкі метали. Безпека працівників, утилізація відходів є основним тягарем для багатьох компаній. Багато постачальників хімічної продукції проводять інтенсивні науково-дослідницькі програми з метою оптимізації існуючих систем без вмісту хрому та важких металів і розробки більш екологічно чистих технологій.

*Д. Чахор-Ядацька*

Джерело: