

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ НАНЕСЕННЯ ПОКРИТТІВ

Розвиток країни визначається ефективністю роботи підприємств та організацій, які мають не просто виживати у складних умовах, а проводити активну стратегію перетворень. Інновації в галузі технологій захисних та декоративних покриттів металу створюють необхідний рівень конкуренції на вітчизняному лакофарбовому покритті.

У цій роботі проведено аналіз сучасних технологій покриттів, визначені сильні та слабкі сторони різних технологій покриттів.

Ключові слова: технології покриттів, захист від корозії, металеві, неметалеві (керамічні), полімерні покриття, електрохімічні технології.

Yuliya KUCHERENKO

Vinnitsia National Agrarian University

MODERN COATING TECHNOLOGIES

The development of the country is determined by the efficiency of enterprises and organizations, which should simply survive in difficult conditions, and pursue an active strategy of transformation. Innovations in the technology of protective and decorative metal coatings create the necessary level of competition in the domestic paint and varnish coating.

Innovative development of the country's economy is one of the highest priorities of state policy. The strategy of modernization is determined by the consistent transition of the economy to an innovative model of development to solve the problem of strategic support for sustainable and long-term dynamics of innovation processes. However, today there is no necessary level of competition in the domestic innovation market and entrepreneurs are aware of the importance of innovation in creating competitive advantages, as well as an adequate legal framework governing relations in the field of innovation. In addition, the generation of knowledge takes place in the public sphere, the application of this knowledge or the implementation of the obtained scientific and technical results is in the commercial industry. Metal has been and remains the main structural material of the industry - from means of production to consumer products, and the primary consumer properties of the product include its appearance and durability. Rust can kill these qualities in a matter of months and days, so perhaps more important is the quality of the product itself, and the quality of its coating.

In this paper, an analysis of modern coating technologies is carried out, the strengths and weaknesses of different coating technologies are identified.

Keywords: coating technologies, corrosion protection, metal, non-metal (ceramic), polymer coatings, electrochemical technologies.

Постановка проблеми у загальному вигляді

та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями

Інноваційний розвиток економіки країни віднесено до вищих пріоритетів державної політики. Визначається стратегією модернізації послідовний перехід економіки на інноваційну модель розвитку для вирішення проблеми стратегічного забезпечення сталої та довготривалої динаміки інноваційних процесів.

Проте, на сьогоднішній день відсутній необхідний рівень конкуренції на вітчизняному інноваційному ринку та усвідомлення підприємцями значущості інновацій у створенні конкурентних переваг, а також адекватного правового поля, що регулює відносини у сфері інновацій. Крім того, генерація знань відбувається у державній сфері, застосування цих знань чи впровадження отриманих науково-технічних результатів перебуває у комерційній галузі.

Метал був і залишається основним конструкційним матеріалом промисловості – від засобів виробництва до споживчих продуктів, причому, у першочергові споживчі властивості товару входять його зовнішній вигляд та довговічність. Іржа здатна вбити ці якості за лічені місяці та дні, тому можливо важливіша не якість самого виробу, а якість його покриття.

Спробую розібратися лише з основними технологіями нанесення покриттів для захисту від корозії, перспективами старих методів та успіхами нових.

Виклад основного матеріалу

Для захисту металів і насамперед – захисту від корозії сталі застосовується три групи покриттів:

- металеві;
- неметалічні (керамічні);
- полімерні.

Особливо високі результати, наприклад, автопромисловості, досягаються застосуванням багатошарових комбінованих покриттів сталевого прокату.

Ефективний захист чорного металу (тобто різке зниження швидкості корозії) досягається трьома методами:

- зміною самого металу та його оксидної плівки (наприклад, складу металу до нержавіючих і сталей тощо);
- застосуванням захисних металевих покриттів (цинкування тощо);
- застосуванням захисних неметалічних покриттів (полімерних тощо).

Безумовно, ефективна комбінація різних методів, наприклад формування багатошарових покриттів металу. Все це відноситься до поширених умов експлуатації металевих виробів в умовах нашого клімату [1].

Електрохімічні технології нанесення покриттів.

Цей метод дозволяє захищати матеріал нанесенням лише металевих покриттів із чистих металів та (рідше) – окремих сплавів.

Перевага методу в тому, що він добре технологічно відпрацьований і універсальний для нанесення багатьох металів (і ряду сплавів) на електропровідну основу. Складом електроліту та режимом роботи (температура, струм) можна легко регулювати як властивості, так і товщину покриття. Якість покриття (суцільність тощо) за суворого дотримання технології висока [1].

Загальним недоліком всіх електрохімічних методів є додатковий процес якісного очищення поверхні металу до покриття. Іншим недоліком цієї технології часто є її екологічна шкідливість (від середньої до високої), що залежить від хімреактивів очищення, електроліту, відходів процесу. Особливо токсичні та небезпечні технології кадмування, свинцювання, електроліти хромовання, золочення та сріблення. Пошук більш безпечних реагентів дає малі результати.

«Гарячий» спосіб нанесення покриттів.

"Гарячим" способом (зануренням металу в розплав) – як правило, наносять покриття цинку, олова, алюмінію та ряду сплавів (і малого ряду керамічних емалей). Захищається від корозії цими способами переважно сталь [2]. Оскільки набір придатних при цьому методу розплавів дуже обмежений, то на універсальність метод не претендує.

Перевага його – найвища продуктивність. Покриття, товщиною до часток міліметра, формується за лічені секунди. Тому комплекс обладнання для покриттів із розплавів добре вписується у сучасні безперервні технологічні лінії.

Недоліком методу є не надто висока рівномірність покриття. При цинкуванні деталей зануренням товщина шару на окремих ділянках через напливи коливається від номіналу в 5–50 мкм до 0,2 мм і більше. Методів чіткого регулювання товщини покриття та його якості для цього методу в принципі немає. Однак для рулонного листового прокату відпрацювання та стабілізація режиму нанесення забезпечує дуже високу якість покриття.

Гарячеоцинкована сталь (аркуш, труби та деталі) є найбільш масовою продукцією світової металургії, захищеної від корозії.

Європейські та американські стандарти включають тонку оцинковану смугу (товщиною менше 0,4 мм), тонкі покриття (до 10 мкм) та цинкування г/к листа, в Україні випускають оцинкування товщиною від 0,5 до 2,5 мм.

Недоліком застосування готового оцинкованого прокату є незахищеність відрізних кромки, отворів, зварювальних швів тощо. Повний захист можливий при гарячому цинкуванні готових металоконструкцій та деталей. Технологія повного цинкування конструкцій не є безперервною, але більш продуктивна, ніж електролітична. Якість забезпечується повним дотриманням технології процесу (починаючи від очищення деталі) і є дуже високою.

Іонне (вакуумно-плазмове) нанесення металевих та інших покриттів.

Нанесення декоративно-захисних покриттів за допомогою вакуумних іонно-плазмових (вакуумно-дугового та магнетронного) методів напилення знаходить широке поширення завдяки екологічній чистоті виробництва та високій якості одержуваних декоративно-захисних плівок [3].

За допомогою вакуумних методів нанесення захисно-декоративних покриттів можливо формувати плівки з різних металів та їх сполук: титану, цирконію, алюмінію, срібла, хрому, нікелю, ніобію, танталу, нержавіючої сталі, нітриду титану (TiN_x), нітриду оксиду титану (TiO_x), оксиду цирконію (ZrO_x), оксиду алюмінію (Al_2O_3), оксикарбїду титану (TiC_xO_y), оксикарбїду цирконію (ZrC_xO_y), карбонїтриду титану (Ti_xNyC_z) тощо.

Шляхом застосування різного поєднання реактивних газів (азоту, ацетилену, кисню, вуглекислого газу) можна отримати практично будь-який колірний відтінок.

Декоративно-захисні покриття наносяться вакуумними методами на вироби з міді, латуні, мельхіору, нейзильберу, сталі, алюмінієвих сплавів, томпаку, пластмас, скла, кераміки тощо. Для виправлення недоліків шорсткості та фактури поверхні заготовок, отримання необхідних механічних та корозійних властивостей поверхні виробів необхідно наносити на матеріали деякі додатково бар'єрні шари. Як бар'єрні шари застосовуються гальванічні (хром, мідь-хром), лакофарбові матеріали (наприклад, при напиленні на пластмаси). Іноді на декоративні покриття наносяться захисні плівки (наприклад, лакові при напиленні на пластик).

Якість декоративно-захисних покриттів повністю визначається якістю поверхні заготовок (шорсткість, фактура тощо), якістю підготовки поверхні заготовок (наявність забруднень, наявність окисних плівок, ступенем активації поверхні іонним травленням), культурою виробництва.

Недоліком вакуумного іонно-плазмового напилення є те, що не допускається подальша механічна обробка деталей, їх паяння, зварювання.

Полімерні (лакофарбові) покриття.

Полімерні покриття є досить популярним лакофарбовим матеріалом. У лакофарбовій промисловості вони з'явилися порівняно давно. Проте, справжнім проривом у цій галузі було створення порошкових полімерів, які відрізняються своєю надзвичайною якістю покриття та довговічністю [4]. Дані покриття, в порівнянні з іншими синтетичними полімерами, є молодшими на ринку лакофарбової продукції.

На сьогоднішній день порошкові полімерні покриття через свої унікальні властивості застосовуються практично в кожній сфері людської діяльності. Особливо популярними є при фарбуванні різних металевих поверхонь, у тому числі металочерепиці, човнів, а також автомобілів. Така популярність

обумовлена високими захисними властивостями полімерного покриття, яким покриття зобов'язані своїми компонентами. Практично всі склади полімерних покриттів містять у собі основну сполучну речовину, яка складається з основи та затверджувача.

Полімерні покриття мають свої особливості під час їх нанесення, у зв'язку з якими вони не просто покривають поверхню, а проникають до неї, тобто. зв'язуються з поверхнею, особливо металевою, на молекулярному рівні;

Полімерне покриття стійке до впливу вологого середовища, ультрафіолету, до високих температур, до агресивного лужного середовища, а також до будь-яких хімікатів, у тому числі розчинників. Для фарбування металевих виробів необхідне спеціальне обладнання фарбопульту. Його особливість полягає в тому, що він не лише виступає пульверизатором, а й заряджає порошок електрикою. Таким чином, бак фарбопульту підключається до позитивного заряду, тоді як виріб, на який наноситься фарба, має негативний заряд. Це забезпечує виникнення магнітної індукції при зіткненні фарби з поверхнею. Ця магнітна індукція чимось схожа на ту, яка виникає при замиканні електрода в дуговому зварюванні. Саме завдяки цьому і відбувається з'єднання молекул фарби та поверхні, що фарбується.

Недоліками полімерних (лакофарбових) покриттів є висока вартість покриття, проблематичність видалення покриття, відсутність можливості самостійного покриття. Полімерні покриття підходять лише для металевих поверхонь. Крім цього, з часом відбувається старіння лакофарбових покриттів, що призводить до виникнення дефектів плівки і відповідно збільшує проникність агресивного середовища. Цей недолік відсутній у модифікованих лакофарбових покриттях, які використовуються для захисту виробів від атмосферних впливів, хімічних реагентів, розчинників, миючих засобів, горючих та мастильних матеріалів, біологічних факторів для надання поверхні антистатичних властивостей, що перешкоджають накопиченню на ній електричних зарядів, створення на поверхні виробу електропровідного шару перед металізацією гальванічним способом, підвищення твердості та зносостійкості полімерних виробів, стабілізації властивостей міцності, тимчасового захисту виробів при транспортуванні та зберіганні [5]. Покриття використовують також для стабілізації вихідних властивостей полімерних матеріалів та отримання виробів з необхідними декоративними властивостями. Декоративні покриття призначені для вирівнювання поверхні та закладення в ній вад, пор, текстури наповнювача та пошкоджень, надання поверхні блиску та кольору, створення однотонного покриття у виробів, зібраних із різних деталей.

Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямі

У статті проведено аналіз сучасних технологій нанесення покриттів, визначені сильні та слабкі сторони різних технологій. Таким чином, вибір залишається за споживачем: які розроблені види технологій підходять до конкретних потреб, виходячи з перерахованих основних видів і характеристик нанесення захисно-декоративних покриттів.

Література

1. Рожков И.М., Бойков А.А., Ларионова И.А., Калинин О.И., Костюхин Ю.Ю. Комплексная оценка эффективности функционирования металлургического предприятия. *Металлург.* 2016. № 10. С. 11–17.
2. Промышленное производство и металлургия. 2020. URL: <https://nti.urfu.ru/data/pages/3/content/files/sbornikkonfCIMMRINC.pdf>
3. Силаева А.А., Лукъянскова А.И., Макаров А.В., Пелясова Д.А., Квасников М.Ю. Лакокрасочные металлополимерные покрытия, полученные путем совместного осаждения меди, никеля и полимерного связующего на катоде. *Успехи в химии и химической технологии.* 2016, № 10. Р. 88-89.
4. Бик М. В., Букет О. I., Васильев Г. С. Методи захисту обладнання від корозії та захист на стадії проектування : підр. для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології», спеціалізації «Електрохімічні технології неорганічних та органічних матеріалів». Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 318 с. URL: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/23891/3/Metody_zahystu_obladn_vid_kor.pdf.
5. Боротьба з корозією металів екологічно чистими засобами. *Економіка та держава.* 10. 2018. Р. 63–67. URL: http://www.economy.in.ua/pdf/10_2018/14.pdf.

References

1. Rozhkov I.M., Bojkov A.A., Larioнова I.A., Kalinskij O.I., Kostjuhin Ju.Ju. Kompleksnaja ocenka jeffektivnosti funkcionirovanija metallurgicheskogo predpriyatija. *Metallurg.* 2016. № 10. S. 11–17.
2. Promyshlenoe proizvodstvo i metalurgija. 2020. URL: <https://nti.urfu.ru/data/pages/3/content/files/sbornikkonfCIMMRINC.pdf>
3. Silaeva A.A., Luk#janskova A.I., Makarov A.V., Peljasova D.A., Kvasnikov M.Ju. Lakokrasochnye metalopolimernye pokrytija, poluchennye putem sovmestnogo osazhdenija medi, nikelja i polimernogo svjazujushhego na katode. *Uspехi v himii i himicheskoi tehnologii.* 2016, № 10. P. 88-89.
4. Byk M. V., Buket O. I., Vasyliiev H. S. Metody zakhystu obladnannia vid korozii ta zakhyst na stadii proektuvannia : pidr. dlia stud. spetsialnosti 161 «Khimichni tekhnolohii», spetsializatsii «Elektrokhimichni tekhnolohii neorhanichnykh ta orhanichnykh materialiv». Kyiv : KPI im. Ihoria Sikorskoho, 2018. 318 s. URL: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/23891/3/Metody_zahystu_obladn_vid_kor.pdf.
5. Borotba z korozieiu metaliv ekolohichno chystymy zasobamy. *Ekonomika ta derzhava.* 10. 2018. P. 63–67. URL: http://www.economy.in.ua/pdf/10_2018/14.pdf.