

Лазерне затвердіння порошкових покриттів: розумніший підхід для високопродуктивного виробництва

дата публікації: 2026.07.13

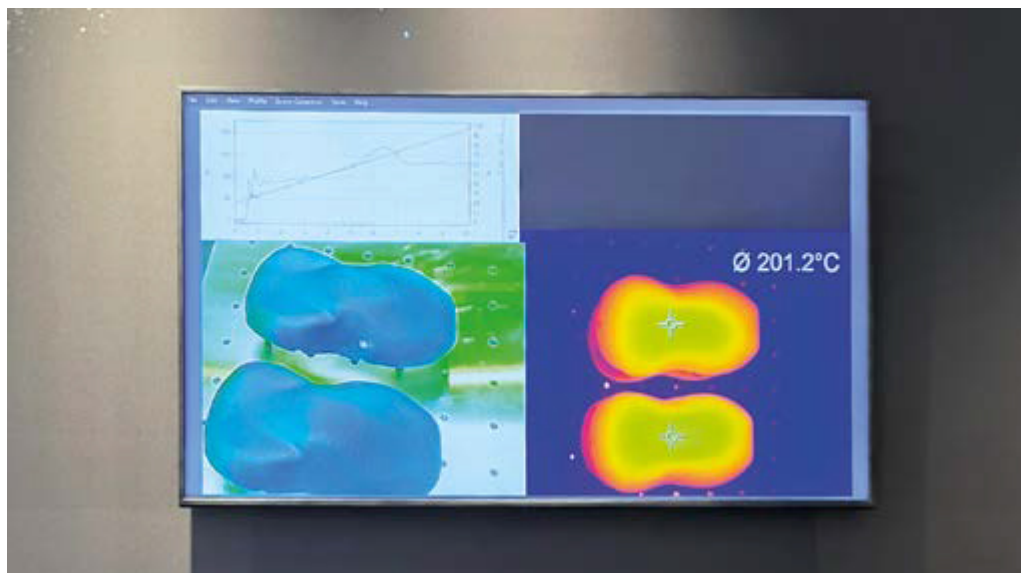


На виставці PaintExpo 2026 компанії AkzoNobel Powder Coatings та IPG Photonics продемонстрували, як порошкові покриття можна затверджувати за допомогою лазерних технологій. Це забезпечує значні переваги у продуктивності завдяки вищій швидкості, точності та енергоефективності саме там, де це найважливіше — безпосередньо на виробничій лінії.

Кожна технологія має свою ахіллесову п'яту, навіть найчистіші, найпередовіші та найскладніші. У випадку з порошковими покриттями, які визнані екологічними завдяки відсутності розчинників та високому рівню повторного використання порошку під час нанесення, слабким місцем є енергія, необхідна для затвердіння покриття. Процес полімеризації порошкового покриття вимагає температури від 180°C до 200°C із середнім часом витримки 20 хвилин (залежно від маси деталей). Через це він часто є однією з найбільших статей витрат на електроенергію в усьому виробничому циклі. В останні роки всі виробники порошкових фарб зосередилися на розробці низькотемпературних порошків, щоб вирішити цю проблему. Меншою мірою вони також зосередилися на створенні альтернативних технологій полімеризації, здатних зробити цей етап швидшим, ефективнішим і менш витратним.

PhotoniCURE — це система лазерного затвердіння порошкових покриттів, розроблена компанією IPG Photonics, яке пропонує практичну альтернативу традиційним методам полімеризації.

Цей крок уперед став можливим завдяки стратегічній співпраці між AkzoNobel Powder Coatings та IPG Photonics, яка об'єднала їхній взаємодоповнюючий досвід у сферах порошкових покриттів та лазерних систем. Разом партнери створюють інноваційну платформу, яка підтримує виробничі рішення нового покоління та втілює розумніший, більш сталий підхід до виробництва. Мета полягає в тому, щоб замінити великі печі цілеспрямованою лазерною енергією, що діє безпосередньо на шар покриття. Результат — швидше затвердіння, менше споживання енергії та покращена стабільність якості кожної пофарбованої деталі.



Як це працює

Лазерна енергія забезпечує селективне (вибіркове) нагрівання нанесеного порошкового покриття в умовах так званої «холодної печі», що дозволяє досягти повного затвердіння всього за кілька хвилин. Використовуючи лазерне світло ближнього інфрачервоного діапазону, порошкові покриття плавляться і затверджуються саме там, де вони нанесені — безпосередньо на поверхні. Порошок розтікається і хімічно зшивається, створюючи міцне високоякісне покриття з гладкою, дрібною або шагреневою текстурою, водночас час затвердіння скорочується з 15–20 хвилин до кількох хвилин. Швидше затвердіння забезпечує вищу пропускну здатність, компактніші виробничі площі та більшу гнучкість щодо мінливих вимог виробництва.

Лазерне затвердіння підтримує сучасне автоматизоване виробництво завдяки компактній конструкції системи, можливості інтеграції в лінію та точному контролю процесів. Крім того, це дозволяє виробникам легко адаптуватися до нових продуктів або вимог до покриттів.

Нижча вартість володіння

Зниження енергоспоживання, компактне обладнання та мінімальні вимоги до технічного обслуговування сприяють значному скороченню операційних і капітальних витрат. У високооб'ємних виробничих середовищах заміна традиційних печей затвердіння лазерними системами може суттєво зменшити як споживання енергії, так і площу заводу, одночасно спрощуючи загальну інфраструктуру лінії.

Розумна інтеграція у виробництво

Компактні модульні системи лазерного затвердіння інтегруються в автоматизовані виробничі лінії, звільняючи цінну площу та усуваючи потребу у великих печах, зонах охолодження або розгалуженій інфраструктурі вентиляції та кондиціонування повітря. Модульна конструкція дозволяє розширювати виробничі потужності згодом у міру зростання попиту без серйозної перебудови всієї лінії. Системи лазерного затвердіння можна налаштувати для роботи в режимі

«старт-стоп» або для безперервного конвеєра; вони доступні у вигляді стаціонарних установок або гнучких роботизованих рішень, що дозволяє адаптувати систему під ваш виробничий потік і стратегію автоматизації.

Екологічні переваги

Лазерне затвердіння ще більше посилює екологічні переваги, які вже притаманні порошковим покриттям, підсилюючи процес фарбування без летких органічних сполук (ЛОС) більш енергоефективним методом сушіння. Кардинально зменшуючи споживання енергії, скорочуючи час виробництва та усуваючи зайві втрати тепла, лазерне затвердіння підтримує перехід від газу до електрики та відновлюваних джерел енергії, знижуючи загальний вуглецевий слід без шкоди для продуктивності.



Демонстрація на виставці PaintExpo 2026

Демонстрація розпочалася з нанесення темно-синього суперміцного порошкового покриття з легким металевим ефектом на алюмінієву деталь. Потім пофарбований компонент помістили в лабораторну систему лазерного затвердіння, хоча компанія також вже пропонує серійні версії для промислового використання.

У середині системи знаходиться проекційна головка, яка за принципом роботи схожа на кінопроектор. Вона розподіляє лазерний промінь по всій поверхні, замість того щоб концентрувати його в одній точці. Обладнання оснащено датчиками вимірювання температури та тепловізійною камерою для контролю температури основи та перевірки однорідності процесу нагрівання в режимі реального часу. На екрані керування оператори можуть одночасно спостерігати за тепловізійним зображенням та відео з камери GoPro, де чітко видно фази плавлення та затвердіння порошку під час процесу.

Цикл затвердіння триває приблизно 90 секунд, а загальний час процесу становить близько 110 секунд. Одним із найважливіших аспектів демонстрації була швидкість нагрівання: покриття досягає температури приблизно 210–220°C всього за 10 секунд, використовуючи близько 80% потужності лазера. Як тільки цільова температура досягнута, система різко знижує подачу енергії, потребуючи лише незначної частини початкової потужності для підтримки температури затвердіння.

Після фази затвердіння лазер вимикається, і температура стрімко знижується. Оскільки система класифікується як лазерна установка класу 1 із вбудованими контролерами безпеки, дверцята камери відкриваються автоматично, щойно деталь охолоджується приблизно до 60°C.

Це дозволяє операторам негайно діставати повністю готові компоненти.

На відміну від звичайних конвекційних печей, лазерна технологія нагріває переважно покриття та верхню поверхню основу, а не всю масу компонента. Така вибіркова передача енергії значно підвищує ефективність, оскільки дозволяє уникнути непотрібного нагрівання великої кількості металу заради відносно малої кількості порошкової фарби.

За словами розробників, затверділі покриття досягають таких самих механічних і хімічних характеристик, як і ті, що оброблялися в традиційних печах. Адгезія, хімічна стійкість і загальна якість фінішного покриття є еквівалентними, за умови використання однакової товщини плівки та порівнянної геометрії деталей під час випробувань. За однакових умов нанесення суттєвих відхилень у кольорі виявлено не було.

Технологія сумісна з різними хімічними складами порошків, включаючи епоксидні, епоксиполіестерні та поліестерні формули. Хоча під час демонстрації використовувалися плоскі алюмінієві панелі, система може також обробляти і складніші тривимірні деталі.

Для промислового застосування IPG пропонує повністю автоматизовану систему PhotoniCURE, яка об'єднує робототехніку, витяжку газів, метрологію та модульні оптичні блоки. На відміну від звичайних печей, які зазвичай роблять надто великими із розрахунком на майбутнє розширення виробництва, модульна архітектура дозволяє виробникам інвестувати лише в ту потужність, яка потрібна на початковому етапі, і поступово розширювати систему, додаючи нові лазерні модулі. Наразі найбільша оптична головка може охоплювати площу приблизно 1.6 м на 0,6 м, при цьому кілька головок можна комбінувати для обробки більших компонентів або вищих вимог до продуктивності.

На даному етапі розвитку технологія в основному використовується для відносно плоских і геометрично узгоджених компонентах. Проте довгострокова мета полягає в тому, щоб поширити цей процес на все більш складніші деталі та ширший спектр промислових секторів, включаючи автомобільну промисловість та загальне машинобудування.

Початкові витрати та стратегічна окупність лазерних інновацій

Попри очевидні переваги в операційних витратах — таких як швидкість, енергоефективність, зменшення площі лінії та гнучкість виробництва, лазерне затвердіння порошкових покриттів неминуче стикається з одним із головних викликів для всіх нових технологій: вартістю початкових інвестицій. Інтеграція потужних лазерних джерел, передових систем керування, датчиків та спеціалізованої автоматизації дійсно може вимагати вищих початкових інвестицій порівняно зі звичайними печами полімеризації, особливо для компаній, які вже працюють на повністю амортизованих традиційних лініях. Однак обмеження економічної оцінки лише капітальними витратами ризикує дати лише часткове розуміння реального впливу технології на виробництво. Як це часто буває з інноваціями, покликаними трансформувати виробничі процеси, вирішальним фактором буде не просто початкова вартість технології, а здатність компаній бачити економічну вигоду щодня, використовуючи переваги короткого циклу та низького енергоспоживання в довгостроковій перспективі.

Джерело: