

Фарбування без лакофарбового туману

дата публікації: 2024.01.12



Краще розуміння процесу утворення крапель і нові методів визначення характеристик фарб

Щоб індивідуалізувати масові продукти та розробити ресурсозберігаючі процеси, лакофарбова промисловість приділяє особливу увагу технологіям покриття без лакофарбового туману. Сучасні дослідження допомагають краще зрозуміти необхідні властивості фарби та визначити параметри стабільного процесу утворення крапель туману.

Під час безтуманного фарбування створюються окремі краплі фарби (як у струменевому принтері), що дозволяє наносити покриття на гострі краї і проводити вибіркове фарбування. Цей метод «крапля за вимогою» (drop-on-demand, DOD) має значні переваги, такі як: відсутність потреби у складному процесі маскуванню для точно пофарбованих ділянок і повне уникнення надмірного перозпилення фарби. Це робить цю технологією енергозберігаючою та мінімізує споживання фарби.

Незважаючи на технічний прогрес, впровадження процесів нанесення покриттів без лакофарбового туману до цього обмежувалося кількома застосуваннями. Це пов'язано з тим, що фізичні явища нанесення крапель фарби і формування плівки є складними процесами і залежать від хімічного складу лакофарбових матеріалів, і до цього часу все ще залишається багато чого незрозумілого. Ключовим фактором тут була відсутність розуміння яка існує взаємозалежність рецептури фарби та технології нанесення (рис. 1), що призвело до тривалої серії тестів та експериментів як виробниками фарби, так і компаніями, що наносять покриття.

На цьому тлі дослідницькі групи Інституту Фраунгофера IPA вирішили заповнити прогалину

між теорією та практикою в рамках дослідницького проекту Асоціації AiF під назвою «Визначення зв'язку між структурою та властивостями фарб, призначених для нанесення з допомогою селективної техніки фарбування без лакофарбового туману (цифрове фарбування)". Проект дозволив отримати цінні відомості, які тепер доступні промисловості для власного впровадження. Наприклад, було розроблено комплексний набір інструментів, який дозволяє ще швидше та ефективніше впроваджувати селективні процеси нанесення покриттів як у виробництві фарби, так і в фарбувальних цехах завдяки інноваційному поєднанню наукових методів дослідження та комп'ютерного моделювання процесу CFD.

Експертне журі Наукової ради AiF обрало проект IPA Інституту Фраунгофера, який є основою цього дослідження, одним із трьох фіналістів Премії Отто фон Геріке 2023 року.

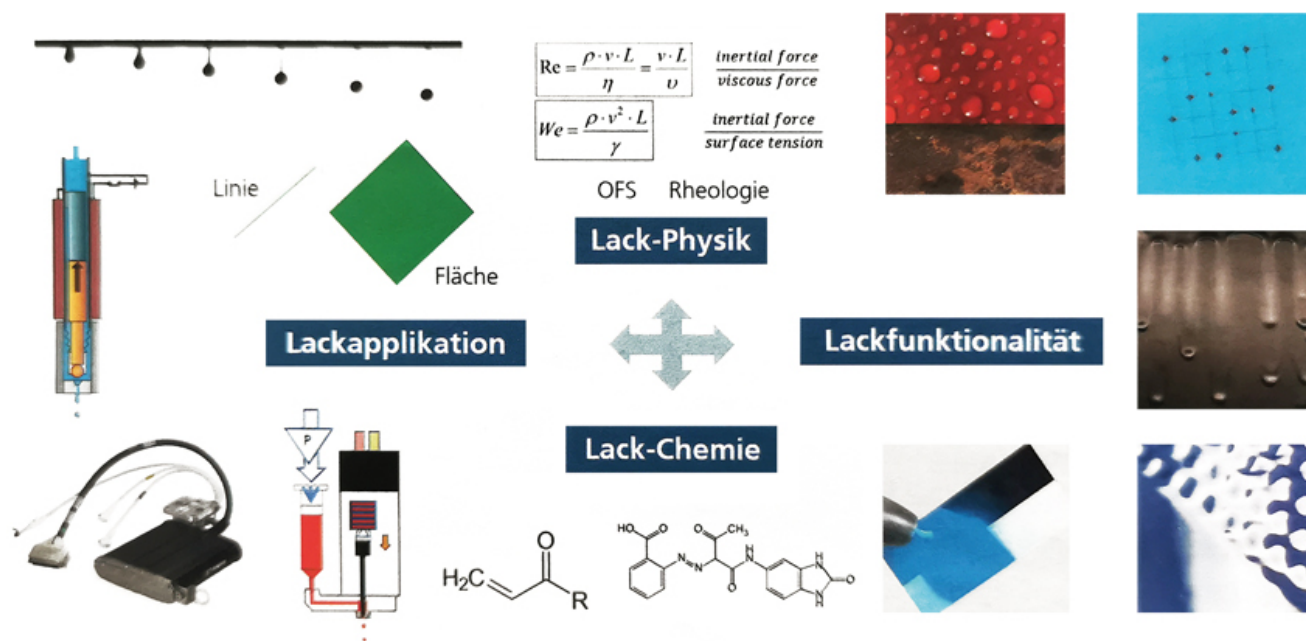


Рис. 1. Для розробки технології фарбування без надмірного перерозпилення необхідно було виявити взаємозалежність між рецептурою фарби та технологією процесу.

Проблеми в цифровому фарбуванні

Найважливішими характеристиками з точки зору якості цифрового фарбування є чисте відділення крапель фарби при нанесенні та рівномірне злиття нанесених крапель в однорідну вологу поверхню, що забезпечує привабливий кінцевий ефект, а також необхідну чіткість країв. Однак ці параметри залежать від багатьох різних факторів. Міждисциплінарна команда Інституту Фраунгофера IPA використала комбінацію чисельного моделювання, детального аналізу застосування та інших методів визначення характеристик фарби, щоб зрозуміти ці параметри та пов'язані з ними залежності. Основними елементами були експериментальні дослідження утворення одиночних крапель і розробка модельних фарб. Цілеспрямовано змінюючи компоненти фарби, можна точно контролювати фізичні властивості та розуміти їхній вплив на утворення крапель. Нові методи визначення характеристик фарб сприяли точній оцінці, а чисельне моделювання допомогло зрозуміти процес утворення крапель (рис. 2). Моделювання базується на методах, зв'язаних з динамікою рідин «volume of fluid» (VoF) і реалістичних моделях в'язкості для відповідних фарб. Аналіз надшвидкісної камери надав цінну інформацію про процес нанесення, тоді як капілярна реометрія використовувалася для визначення високошвидкісного зсуву та в'язкості при розтягуванні в характеристиці фарби.

Метод «цифрового фарбування» дозволяє індивідуально фарбувати елементи з гострими

краями

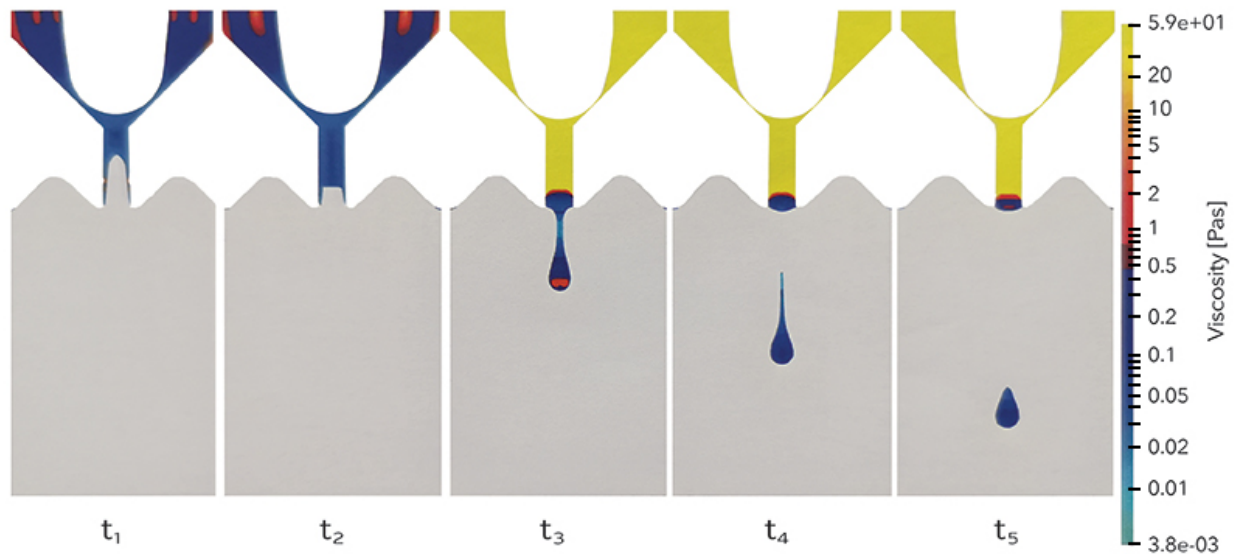


Рис. 2. Комп'ютерне моделювання CFD допомагає краще зрозуміти утворення крапель фарби

Економічні вигоди

Хоча комерціалізація спеціального набору інструментів для цифрового фарбування ще повністю не завершена, цей проект є ще однією віхою в успішному та широкому впровадженні процесів безтуманного нанесення покриттів. Пілотні проекти з використання цієї технології вже тривають. Розроблені методики визначення властивостей фарб дозволяють більш точно і цілеспрямовано створювати останні, що призводить до більш ефективного використання сировини. Результати можуть бути використані зокрема виробниками фарб, щоб адаптувати їх до нових викликів. Виробники фарбувального обладнання також використовують системи мікродозування, щоб адаптувати геометрію сопла та поршня до вимог нанесення фарби. У середньостроковій перспективі очікується, що ця технологія також буде використовуватися в загальних процесах нанесення покриттів для подальшого зменшення втрат ЛФМ, забруднення обладнання та потреби в енергії.

Дослідницький проект

Інститут Фраунгофера IPA успішно завершив дослідницький проект «Визначення зв'язку між структурою та властивостями фарб, призначених для нанесення з допомогою селективної техніки фарбування без лакофарбового туману (цифрове фарбування)». Проект було представлено за посередництва асоціації «Forschungsgesellschaft für Pigmente und Lacke e.V (FPL)» до Федерації дослідницьких асоціацій Німеччини «Otto von Guericke» e.V (AiF) як Спільне Промислове Дослідження (IGF), і він фінансується Федеральним міністерством економіки та енергетики (BMWi) в рамках гранту № 20498N. До проекту залучені 20 компаній виробників ЛФМ, фарбувального обладнання та споживачі фарби. Висновки, згадані в цій статті, також базуються на дослідженнях, проведених після завершення проекту.

Переклад із «Besser Lackieren» № 15/2023