

Granulacja cząstek farby proszkowej

Efektywne malowanie proszkowe

W technologii elektrostatycznego malowania proszkowego, na jakość uzyskiwanej powłoki wpływa wiele czynników. Oczywiście podstawą sukcesu jest właściwa receptura produktu. Kontrola parametrów aplikacji jest elementem koniecznym dla właściwego wykorzystania własności produktu i uzyskanie powtarzalnych powłok o dobrej jakości. Tylko wtedy, gdy jesteśmy w stanie ocenić przyczyny pojawiających się problemów, możemy mieć wpływ na właściwą, stabilną pracę naszej malarni. Jednym z niezwykle istotnych czynników mających bezpośredni wpływ na jakość procesu malowania proszkowego jest wielkość cząstek podawanych do napyłania i ich rozkład granulometryczny (poszczególne udziały procentowe cząstek o określonej wielkości). W niniejszym tekście postaram się tę sprawę możliwie przystępnie omówić.

Wpływ granulacji farb proszkowych na ich aplikację

Producenci farb proszkowych wytwarzają swoje produkty starając się dostosować je do napyłania przy użyciu możliwie szerokiej gamy dostępnych na rynku urządzeń aplikacyjnych. Głównym celem przy opracowywaniu własności gotowego produktu jest uzyskanie możliwie wysokiego, procentowego współczynnika osiadania na pokrywanych elementach zmniejszającego ilość proszku kierowanego do systemu odzyskowego. Dodatkowo, wymagane jest oczywiście uzyskanie równomiernego pokrycia powlekaną powierzchnią i dobrego wyglądu gotowej powłoki. Są to czynniki mające decydujący wpływ na ekonomiczny aspekt procesu malowania proszkowego. Rozkład granulometryczny cząstek jest parametrem technologicznym procesu wytwarzania, pozostającym całkowicie w gestii producenta farby dostarczającego produkt gotowy do zastosowania. Użytkownik powinien mieć jednak świadomość wpływu własności produktu na jego zachowanie podczas aplikacji.

Wielkość cząstek farby proszkowej do malowania elektrostatycznego może mieć wpływ na następujące, istotne parametry procesu aplikacji:

- zachowanie się podawanego materiału w systemie zasilania
- jakość i skuteczność ładowania elektrostatycznego
- wygląd, jakość, powtarzalność uzyskanej powłoki ochronnej

Skład procentowy mieszaniny proszek-powietrze, przepływającej przez aplikator podczas napyłania, zaczyna być ustalany w chwili pobierania farby z fluidyzowanego podajnika lub bezpośrednio z opakowania handlowego. Sposób transportu, procentowa zawartość proszku w mieszaninie, prędkość przepływu, wilgotność względna powietrza, temperatura na zewnątrz i wewnątrz malarni, czas i sposób magazynowania, to tylko najbardziej istotne zmienne jakie należy brać pod uwagę. Problem właściwego podawania proszku do napyłania jest szczególnie istotny w konwencjonalnych układach eżektorowych opartych na zwężkach Venturiego. To nadal najbardziej popularne rozwiązanie, obecne w ogromnej większości eksploatowanego aktualnie sprzętu aplikacyjnego jest bardzo wrażliwe na jakość materiału powłokowego. Dla przykładu, nadmiar drobnych cząstek utrudnia fluidyzację i zwiększa skłonność farby do zbrylania się. Cząstki o małych rozmiarach

wypełniają wolną przestrzeń pomiędzy większymi cząstkami, wymuszając podniesienie ciśnienia i wydatku powietrza wspomagającego aerację proszku. Z drugiej strony, zbyt duży wydatek powietrza podawanego do podajnika może prowadzić do niejednorodnej gęstości wewnątrz fluidyzowanej warstwy i pojawienia się gejzerów na jej powierzchni. Zjawisko to związane jest z tworzeniem bąbli przez powietrze napotykalające na zbyt mały opór stawiany przez zgromadzony w podajniku proszek. W efekcie otrzymujemy nierównomierny/zmienny w czasie skład mieszaniny proszek-powietrze i duże różnice grubości napylonej powłoki. W granicznych przypadkach może dojść do pulsacyjnego podawania materiału czego skutkiem jest powstawanie obszarów niedomalowań. Wyższe ciśnienie powietrza zasilającego transport jest jednak w konwencjonalnych układach eżektorowych czasem niezbędne do transportu mieszaniny proszek-powietrze o większym zagęszczeniu. W tym przypadku głównym problemem jest nasilenie ładowania trybostatycznego w przewodach proszkowych, prowadzące do spiekania się ziaren proszku, również na dyszach i wysokonapięciowych elementach aplikatorów. Wyższe ciśnienie powietrza zasilającego transport wiąże się ze wzrostem uzyskiwanej prędkości przesyłania, co w rezultacie zazwyczaj prowadzi do obniżenia efektywności osiadania. Zwiększanie energii kinetycznej podawanego proszku, zmniejsza wpływ efektu pola elektrostatycznego na uzyskiwany efekt napylania. Dodatkowo, transport farby z dużą prędkością, powoduje jej samoistne rozdrabnianie w wyniku kolizji ze ściankami przewodów i zderzeń pomiędzy cząstkami.

Oferowane coraz częściej alternatywne systemy transportu, pozwalające na zagęszczenie podawania, oparte o tzw. pompy proszku eliminujące stosowanie zwęzek Venturiego, są w dużej mierze wolne od problemów opisanych powyżej, ponieważ wydajność przesyłania jest w tego typu rozwiązaniach regulowana jedynie w oparciu o objętość mieszaniny proszek powietrze. Granulacja i ciężar właściwy przesyłanego materiału są tutaj mniej istotnymi parametrami.

Drobne cząstki farby proszkowej mają większą skłonność do absorbowania wilgoci z powietrza niż większe cząstki. Wynika to z faktu, że mają proporcjonalnie większą powierzchnię zewnętrzną w odniesieniu do masy. Więcej wilgoci zazwyczaj oznacza pojawienie się problemów ze zbrylaniem proszku, co w rezultacie wpływa na pogorszenie efektywności napylania. Na osiadanie farby na pokrywanym elemencie mają również wpływ rozkład granulacji i koncentracja cząstek farby podawanej do aplikatora. Mniejsze cząstki są w stanie zmagazynować większy ładunek elektrostatyczny w przeliczeniu na jednostkę masy, tworząc w wyniku cieńszą warstwę powłoki. Ze względu na wcześniejsze pojawienie się wstecznej jonizacji, dochodzi w tym wypadku do szybszego samoograniczenia grubości napylonej warstwy. Przy braku odpowiedniej kontroli procesu zbyt duża koncentracja drobnych cząstek w napylanym materiale może być przyczyną powstawania wad gotowej powłoki, związanych z nasileniem efektu wstecznej jonizacji. Wspomniana wcześniej energia kinetyczna napylanej farby proszkowej może niwelować efekt pola elektrostatycznego i dzieje się tak w zależności od wielkości poszczególnych cząstek. Te mniejsze, magazynujące większy ładunek, są bardziej podatne na odchylenie toru lotu przez linie sił pola. Te większe, magazynujące więcej energii kinetycznej, są trudniejsze do kierowania i dlatego proporcjonalnie częściej opadają na podłogę kabiny proszkowej. Podana zależność w odwrotny sposób odnosi się do zdolności pokrywania zagłębień, w których mamy do czynienia z efektem klatki Faradaya. W tym przypadku podatność na działanie pola elektrostatycznego jest raczej wadą niż zaletą. Cząstki o większej masie, łatwiej wnikają w przestrzeń trudne do napylania. Linie sił pola elektrostatycznego, generowanego pomiędzy wysokonapięciowym aplikatorem a pokrywanym (uziemiałym) obiektem, koncentrują się wszelkich krawędziach i zakrzywiają tworząc charakterystyczny efekt „otulania”. Stąd powlekane są nie tylko te

powierzchnie, które widzimy ale częściowo również te znajdujące się po niewidocznej stronie obiektu. Ze względu na większą podatność drobnych cząstek farby do podążania za liniami sił pola elektrostatycznego, należy spodziewać się ich większej koncentracji w tych obszarach. W oparciu o powyższe informacje można sformułować następujący wniosek - Gdy podczas powlekania pojawiają się równocześnie trudności z uzyskaniem odpowiedniej grubości napylanej warstwy oraz pogorszenie penetracji farby w obszary gdzie występuje efekt klatki Faradaya, najprawdopodobniej w aplikowanym produkcie jest zbyt wiele drobnych cząstek.

Ze względu na największy atut technologii malowania proszkowego, czyli możliwość odzysku/ponownego użycia farby, która nie osiadła na pokrywanym elemencie, wielu użytkowników nie dba o to by maksymalizować osiadanie podczas pierwszego napyłania. Jest to bardzo duży błąd, ponieważ systemy odzysku, nawet te najbardziej nowoczesne, mają negatywny wpływ na właściwości materiału powłokowego. Możemy spodziewać się z różnym nasileniem następujących różnic jakościowych:

- zmiana rozkładu granulometrycznego proszku odzyskowego w stosunku do proszku pierwotnego
- obniżenie zdolności ładowania i osiadania
- pojawienie się zanieczyszczeń w napyłanym materiale
- bezpowrotna utrata części materiału powłokowego

Powlekając proszkowo z wykorzystaniem odzysku, istotne dla zapewnienia powtarzalności uzyskiwanych powłok jest zachowanie stałych parametrów aplikacji. Jest to możliwe jedynie, kiedy świeży proszek jest stale mieszany z proszkiem odzyskowym. Jest niezwykle istotne, żeby skład mieszaniny był stabilny i niezmienny w czasie. Jednocześnie musi on gwarantować możliwie maksymalny współczynnik osiadania proszku na pokrywanym elemencie. Właściwe proporcje powinny zostać określone doświadczalnie w warunkach panujących w danej malarni. Jako wielkość wyjściową można założyć mieszaninę pół na pół proszku świeżego i odzyskowego. Jeśli dla takich warunków współczynnik osiadania jest zadowalający, to należy je utrzymywać. W przypadku uzyskania wyników niezadowalających należy zwiększać stopniowo zawartość świeżego proszku w napyłanej mieszaninie.

Grubość powłoki i jej wygląd są również związane z granulacją nakładanej farby proszkowej. Dla uzyskiwania cienkich warstw potrzebne są materiały o mniejszej wielkości cząstek, tworzące gładkie, szybciej rozptyływające się powłoki. Przy stosowaniu proszków o grubszej granulacji, czas na utworzenie powłoki musi być proporcjonalnie dłuższy i większa jest skłonność produktu od tworzenia na powierzchni nierówności wyglądających jak skórka pomarańczy.

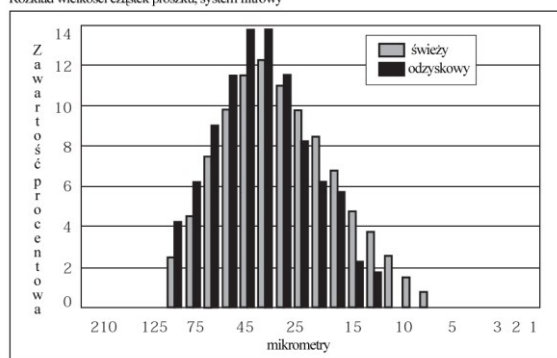
Granulacja proszku a systemy odzyskowe

Miejsce, w którym odbywa się aplikacja farb proszkowych, to nic innego jak ograniczona przestrzeń, takie duże pudło z otworami. Żeby można było to miejsce nazwać kabiną do malowania proszkowego, potrzebna jest wentylacja, pozwalająca na zatrzymanie napylanej farby wewnątrz i zachowanie bezpiecznych warunków powlekania. Mieszanina proszek-powietrze w odpowiedniej koncentracji ma właściwości wybuchowe. Dla optymalizacji procesu powlekania konieczne jest jeszcze wprowadzenie odzysku proszku. Pomimo wielu modernizacji konstrukcji urządzeń dla technologii malowania proszkowego na rynku niezmiennie od lat dominują dwa rozwiązania systemowe

umożliwiający ponowne wykorzystanie farby nieosiadającej na pokrywanych powierzchniach i pozostającej w kabynie. Systemy filtrowe i systemy cyklonowe.

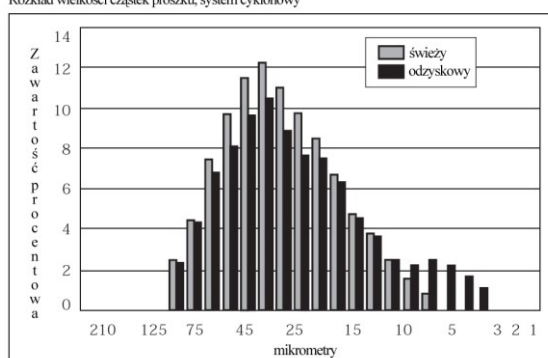
Systemy filtrowe odzysku są rozwiązaniem tańszym i prostszym w zastosowaniu. W dużym uproszczeniu, to filtr lub zespół filtrów (papierowych lub tworzywowych), połączonych w zespół z wentylatorem. Farba proszkowa nieosiadająca na pokrywanej powierzchni jest kierowana dzięki ruchowi powietrza w stronę filtrów, pozostaje w kabynie i może być ponownie użyta. Tego typu rozwiązanie jest przewidziane do malowania długich serii wyrobów jedną farbą proszkową lub wielu kolorów rezygnując ze stosowania odzysku. Każda zmiana koloru lub/i rodzaju farby, przy planowaniu odzysku wymaga zmiany filtrów na inne, przeznaczone do określonego produktu. Jest zrozumiałe, że na filtrach gromadzą się cząstki farby. Przeważnie tego typu systemy są wyposażone w otrzepywanie pneumatyczne, czasowo odmuchujące powierzchniowe filtracyjne. Przy stabilnych parametrach aplikacji, proszek trafiający do ponownego wykorzystania wraz z wydłużaniem czasu malowania coraz bardziej odbiega od świeżego produktu wyjściowego. Przykładowe zmiany w granulacji proszku w systemach filtrowych przedstawia wykres nr. 1. Na filtrach i pod nimi zbiera się coraz więcej małych cząstek niebiorących udziału w procesie aplikacji. Są zbyt małe by gromadzić odpowiedni ładunek elektrostatyczny i łatwo są przejmowane przez system wentylacyjny. Pomimo dodawania świeżego proszku, w obiegu można zaobserwować stopniowy brak małych frakcji w odzysku. Objawem wymagającym reakcji jest zauważalne, częstsze niż zazwyczaj zatykanie się filtrów i obniżenie skuteczności wentylacji. Farba proszkowa zalegająca na filtrach i wokół nich, powinna być w takim przypadku przekazana do utylizacji. Przeważnie jest to kilka procent całości aplikowanego produktu. Optymalizacja tych strat wiąże się z zapewnieniem przez producenta farby proszkowej właściwej granulacji dostarczanego produktu. Brak małych cząstek w kupowanym produkcie obniża nasze straty.

Rozkład wielkości cząstek proszku, system filtrowy



rys.1

Rozkład wielkości cząstek proszku, system cyklonowy



rys.2

Systemy cyklonowe z zasady są bardziej skomplikowane, mniej stabilne i droższe w zakupie niż systemy filtrowe. W zamian uzyskujemy gotowość do pracy z odzyskiem, z wieloma kolorami/rodzajami farb przy różnym natężeniu zmian, w zależności od zaawansowania technicznego. W tym rozwiązaniu mamy do czynienia również z zespołem wentylatorów. Separacja tego co ma być utylizowane od tego co ma być użyte ponownie, odbywa się w cyklonie (stożkowej rurze pełniącej rolę separatora), gdzie zanieczyszczenia i drobne frakcje są oddzielane jako odpad. Przykładowe zmiany w granulacji proszku w systemach cyklonowych przedstawia wykres nr. 2. Każde przejście przez cyklon jest nieobojętne dla tej części farby, która powraca do aplikacji jako proszek odzyskowy. Duża energia kinetyczna, tarcie o wewnętrzne ściany cyklonu, zderzenia z innymi cząstkami farby powodują, że średnia wielkość cząstek po każdym cyklu odzyskowym zmniejsza się. W odzysku mamy więc więcej drobnych frakcji. Przy ponownym przejściu, system rozpozna tę część

farby jako odpad i przekieruje do utylizacji. Nie dbając o optymalizację pierwszej aplikacji, czyli osiadanie świeżej farby w pierwszym napyleniu, szczególnie w systemach cyklonowych zwiększamy ilość proszku, który trafi do utylizacji, zamiast na powlekane powierzchnie. W tym przypadku jest chyba oczywiste, że drobne frakcje w kupowanym produkcie są niepożądaną zawartością. Ceną, jaką płacimy za większą uniwersalność cyklonowego odzysku farb proszkowych jest mniejsza niż w systemach filtrowych efektywność wykorzystania materiału. Dlatego warto zwracać uwagę na granulację kupowanego produktu.

Pomiar granulacji farb proszkowych

Wpływ wielkości cząstek farby proszkowej na proces malowania jest na tyle istotny, że pomiar ich rozmiaru i zawartości poszczególnych frakcji w aplikowanym produkcie może być ważnym czynnikiem pozwalającym na optymalizację efektywności procesu powlekania. Malarnie zazwyczaj nie mają możliwości wykonywania tych pomiarów samodzielnie i muszą wspomagać się danymi dostarczonymi przez producentów farb. Producenci z kolei mogą mieć czasem coś do ukrycia, ponieważ odseparowywanie drobnych frakcji w procesie wytwarzania podraża koszty produktu, którzy musi pozostać cenowo konkurencyjny. Odbiorcy farb nie są jednak bezbronni, ponieważ wszyscy liczący się producenci farb proszkowych mają wprowadzone systemy zarządzania jakością produkcji, co obliguje ich do stałego monitorowania istotnych parametrów jakości procesu wytwarzania. Rozkład granulometryczny każdej partii produkcyjnej powinien być dostępny na żądanie klienta. Należy o tym pamiętać i korzystać z tej możliwości kontroli jakości kupowanego produktu

Podsumowanie

Farba proszkowa opuszcza zakład producenta jako gotowy produkt. Podczas aplikacji w malarni, w wyniku kontaktu z systemami zasilania, urządzeniami aplikacyjnymi i systemami odzyskowymi, zmienia swoje własności. Zrozumienie przebiegu tych zmian i wpływu poszczególnych parametrów na jakość uzyskiwanej gotowej powłoki, pozwala mieć kontrolę nad zachodzącym procesem. Wpływ wielkości cząstek proszku na przebieg malowania jest istotnym wycinkiem wiedzy na temat stosowania technologii elektrostatycznego malowania proszkowego.

Wykorzystano informacje zawarte w „POWDER COATING The Complete Finisher's Handbook” second edition, wydanej przez Powder Coating Institute

© mgr inż. Andrzej Jelonek
Tensor Consulting
ajelonek@tensor.com.pl