

## **Malowanie proszkowe – to warto wiedzieć.**

### **Specyfika aplikacji farb proszkowych urządzeniami Tribo.**

Metoda wywoływania ładunku elektrostatycznego za pomocą tarcia jest prawdopodobnie pierwszym znanym ludzkości sposobem produkcji energii elektrycznej. Pewnie każdy z nas na lekcjach fizyki w szkole podstawowej był świadkiem doświadczeń z pocieraniem bakelitowej pałeczki za pomocą wełnianej tkaniny. Następnie można było zobaczyć jak naładowany bakelit przyciąga np. skrawki papieru. To bardzo proste doświadczenie obrazuje w zrozumiały sposób zjawisko fizyczne wykorzystane po raz pierwszy na początku lat siedemdziesiątych XX wieku do aplikacji farb proszkowych. Od tego czasu zasada pracy urządzeń Tribo (skrót od trybostatyka) pozostała ta sama. Zmieniła się jednak nasza wiedza i doświadczenie, co pozwala teraz na sformułowanie charakterystycznych problemów występujących przy aplikacji farb Tribo jak również zaleceń dla użytkowników. Większość dostępnych informacji jest poświęcona ogólnym problemom występującym podczas aplikacji farb proszkowych i dlatego niniejszy tekst dedykuję szczególnie użytkownikom aplikacji Tribo.

### **Ogólnie o aplikacji Tribo**

Zasada ładowania elektrostatycznego farby proszkowej przez tarcie była już opisywana wiele razy, dlatego tylko hasłowo przypomnę istotne informacje:

- Aplikator wykonany jest z materiału mającego zdolność separacji ładunków elektrostatycznych np. teflonu
- Do ładowania elektrostatycznego farby wykorzystywana jest jedynie energia kinetyczna cząstek farby niesionych przez sprężone powietrze
- Pomiędzy aplikatorem a przedmiotem malowanym nie ma pola elektrostatycznego; nośnikiem ładunku są poszczególne cząstki farby proszkowej
- Cząstki farby są ładowane dodatkowo w wyniku tarcia pomiędzy sobą, tarcia o wewnętrzne ścianki przewodów transportujących farbę proszkową do aplikatora i przede wszystkim tarcia o wewnętrzne ścianki aplikatora
- Cząstki farby przywierają do przedmiotu malowanego siłami Coulomba, pokonując: siły grawitacji, energię kinetyczną nadawaną przez powietrze transportujące farbę lub/oraz siły będące rezultatem zderzenia cząstek z powierzchnią pokrywanego przedmiotu

Metoda ładowania farb Tribo wykorzystuje naturalne zjawiska występujące w przyrodzie, co wpływa na prostotę konstrukcji sprzętu aplikacyjnego. Jest to bardzo duża zaleta, lecz również ograniczenie. Parametry procesu aplikacji Tribo są zależne w bardzo znacznym stopniu od warunków atmosferycznych panujących w malarni.

### **Zły wybór materiału powłokowego**

Farby proszkowe przeznaczone do aplikacji Tribo muszą charakteryzować się określonymi właściwościami dielektrycznymi. Czynnikiem decydującym o podatności napylanego materiału do ładowania się poprzez tarcie jest jego rezystywność skrośna i powierzchniowa. Wpływ na ich wielkość mają: materiał użyty do produkcji farby, wielkość ziaren i warunki atmosferyczne podczas aplikacji. Podczas procesu produkcji farb proszkowych sprawdzane są testowe parametry ładowania Tribo w celu określenia wielkości ładunku elektrycznego, jaki cząstki są w stanie zmagazynować i przenieść do stanowiącego

uziemienie pokrywanego przedmiotu. Farby proszkowe przeznaczone do aplikacji Tribo są zaopatrzone w odnośną informację na opakowaniu o zakresie stosowania. W przypadku, gdy na własną rękę staramy się napyłać sprzętem Tribo farby nieprzeznaczone dla tej metody ładowania, to świadomie brniemy w kłopoty. Rezultatem jest zawsze słaba efektywność osiadania farby na pokrywanym przedmiocie. Kwestią czasu jest tylko jak szybko problem stanie się dolegliwy.

Praktycznie prawie wszystkie farby proszkowe przeznaczone do aplikacji trybostatycznej posiadają w swoim składzie pewien polimer (zwany dodatkiem Tribo) poprawiający zdolność cząstek farby do magazynowania ładunku. Brak tego dodatku może wpływać na obniżenie efektywności ładowania lub czasem na prawie całkowity jego brak. Środek poprawiający ładowanie Tribo sprzedawany osobno, jako dodatek do gotowej farby ma inny skład chemiczny niż wspomniany polimer stosowany w produkcji i bardzo ograniczoną skuteczność. W przypadku znacznej części farb nie wpływa na osiągnięcie wymaganych własności, ponieważ jego głównym zadaniem jest poprawa fluidyzacji i ułatwienie transportu farby, a nie ingerencja w dielektryczne własności poszczególnych jej cząstek.

Metaliczne farby proszkowe w zasadzie nie są zalecane do aplikacji Tribo. Głównym powodem takiej sytuacji jest wpływ pigmentu metalicznego na pogorszenie właściwości dielektrycznych farby proszkowej. Ze względu na szerokie stosowanie pigmentów przewodzących, szczególnie do produkcji popularnych jasnych, połyskujących efektów srebrnych, czy złotych trudno jest zachować podczas produkcji odpowiedni poziom rezystywności farby. Dzieje się tak szczególnie w sytuacji, gdy pigment metaliczny nie jest związany z farbą (mieszany na sucho). Nowe technologie produkcji farb proszkowych (tzw. bonding) pozwoliły na wiązanie cząstek pigmentu z farbą i dostosowanie gotowego produktu do aplikacji Tribo. Jednak dla tej samego produktu efekt wizualny gotowej powłoki metalicznej zawsze będzie inny w przypadku aplikacji wysokonapięciowej i aplikacji Tribo. Decydują o tym własności pigmentów metalicznych stosowanych w farbach proszkowych. Ich ułożenie się w napyłonej warstwie i podczas utwardzania powłoki ma wpływ na kąt odbicia światła i odbiór wyglądu gotowej powłoki przez obserwatora.

W związku z zasadą, że klient może testować produkt w dowolny sposób na swoją odpowiedzialność, wiele malarni stale pragnie udowodnić, że wszystkie (nawet oznaczone jako nienadające się) farby proszkowe mogą być aplikowane urządzeniami Tribo. Cierpliwie kibicując tym poczynaniom zastanawiam się, kiedy wiara w osiągnięcia nauki weźmie górę nad chęcią udowodnienia rzeczy niemożliwych.

### **Podawanie farby proszkowej do malowania**

Przy aplikacji Tribo właściwe parametry podawania farby mają decydujący wpływ na efektywność napyłania. Ze względu na mechanizm ładowania się przez tarcie istotne są następujące czynniki:

- Wydatek farby podawanej do napyłania
- Fluidyzacja farby proszkowej
- Skład procentowy mieszanki proszek – powietrze
- Prędkość przepływu farby przez aplikator

Każde urządzenie Tribo ma określony parametr maksymalnej wydajności napyłania. Jest to wielkość, po przekroczeniu której aplikator nie jest w stanie efektywnie naładować wszystkich cząstek farby do wymaganego potencjału. W przypadku kłopotów z właściwą efektywnością osiadania farby na napyłanym przedmiocie jest to pierwszy parametr wymagający sprawdzenia.

Fluidyzacja farby proszkowej i skład mieszanki proszek – powietrze są odpowiedzialne za stworzenie warunków do prawidłowego przebiegu procesu ładowania poprzez tarcie. Elektryzacja farby proszkowej przebiega właściwie, gdy przez aplikator przepływa mieszanina pozwalająca na swobodne zderzenia cząstek ze sobą, z przewodami zasilającymi aplikator i z wewnętrznymi powierzchniami przewodów w korpusie aplikatora. W przypadku zbijania się proszku w aglomeraty przy niedostatecznej fluidyzacji, czy zbyt małego wydatku powietrza zasilającego nie ma szans na efektywne ładowanie. Właściwa fluidyzacja farby proszkowej jest podstawą sukcesu w napyłaniu Tribo i dlatego rodzaj zastosowanego podajnika nie powinien być przypadkowy. Stosowanie do tego celu podajników dozujących farbę bezpośrednio z fabrycznego opakowania wyposażonych w wibratory mechaniczne budzi znaczne wątpliwości, bo nie gwarantuje stałego, jednorodnego zasilania farbą przy stałym stosunku proszek – powietrze. Dlatego też pneumatyczne podajniki fluidyzacyjne są w tej sytuacji wciąż niezastąpione.

Regulacja składu mieszanki proszek – powietrze realizowana przez inżektor (potocznie – pompa proszkowa) umożliwia regulację wielkości potencjału ładunku uzyskiwanego przez cząstki farby. Wzrost zawartości procentowej powietrza w mieszaninie wpływa na wzrost ładunku poszczególnych cząstek i poprawia efektywność napyłania, zmniejszając jednocześnie wydajność procesu malowania.

Prędkość przepływu farby przez aplikator, a właściwie energia kinetyczna cząstek proszku przekłada się bezpośrednio na osiągnięty przez nie potencjał ładunku elektrostatycznego. Energia kinetyczna cząstek jest jedyną siłą napędową wywołującą elektryzację trybostatyczną. Im większa prędkość przepływu farby tym większy ładunek cząstek i lepsza efektywność napyłania. Jednak wraz ze wzrostem przepływu farby aplikujemy coraz większe ilości powietrza mogące stanowić przeszkodę we właściwym jego osiadaniu. Nadmiar i zbyt duża energia powietrza powoduje zdmuchiwanie napyłonej farby z pokrywanego przedmiotu i tworzenie się poduszek pneumatycznych stanowiących dodatkową przeszkodę w osiadaniu farby. Zbyt duża energia kinetyczna cząstek również stanowi problem dla efektywności napyłania. Odbicie cząstek farby od przedmiotu napyłanego przeciwdziała przyciąganiu wywołanemu siłami Coulomba. Cząstki posiadające właściwy ładunek i mające mniejszą energię kinetyczną łatwiej osiadają na napyłanym przedmiocie.

Właściwe ustawienie parametrów zasilania farbą proszkową i powietrzem jest kompromisem pomiędzy oczekiwaną wydajnością napyłania, a warunkami przebiegu procesu ładowania tarcowego. Dlatego też przy regulacji urządzeń aplikacyjnych należy mieć na uwadze wpływ poszczególnych składowych na wynikową efektywność napyłania.

## **Wilgotność powietrza**

Każdy z nas może zaobserwować przy suchej pogodzie, szczególnie w zimie, małe iskrzenia, np. kiedy dotykamy klamki otwierając drzwi auta. Powodem jest elektryczność statyczna. Jej pojawienie się w sposób dla nas zauważalny jest bezpośrednio związane z poziomem zawartości pary wodnej w otaczającej nas atmosferze. W przypadku wysokiej wilgotności względnej powietrza na powierzchni materiałów następuje absorbowanie cienkiej warstwy wody zawierającej pewną ilość jonów, będącej dobrym odprowadzeniem dla elektryczności statycznej. Dla ładowania farb proszkowych poprzez tarcie warunkiem właściwego przebiegu procesu napyłania jest suche powietrze zasilające. Wysoka wilgotność powietrza prócz głównego problemu w postaci pogorszenia efektywności ładowania powoduje zwiększoną ilość wyładowań pomiędzy cząstkami farby podczas transportu od podajnika do aplikatora. Wysoka ilość wyładowań jest przyczyną wzmożonego spiekania się cząstek farby i tworzenia tzw. aglomeratów, które w przypadku pojawienia się w napyłonej warstwie będą wadą gotowej powłoki.

## Malowanie przedmiotów gorzej przewodzących

Nawiązaniem do wilgotności powietrza jest problem, przed jakim stajemy chcąc przemaalować przedmiot uprzednio pokryty farbą proszkową lub np. szklaną butelkę. Nakładając powłokę na przedmiot gorzej odbierający ładunki elektrostatyczne musimy wykorzystać zjawisko odprowadzania ładunków elektrostatycznych po powierzchni materiału. Dlatego też pokrywanie takich przedmiotów przy niskiej wilgotności powietrza staje się bardzo uciążliwe. Rozwiązaniem jest nawilżanie powietrza w pomieszczeniu malarni lub zainstalowanie urządzeń klimatyzacyjnych pozwalających na pełną kontrolę wilgotności i temperatury.

## Rozkład granulometryczny

Pamiętając, że w aplikatorze Tribo główna część ładunku jest dostarczana poprzez tarcie o wewnętrzne ściany korpusu zwrócimy uwagę na wpływ wielkości cząstek farby na efektywność procesu ładowania. Więcej tarcia znaczy większy potencjał uzyskanego ładunku. Przekładając powyższe na wpływ granulacji napylanej farby proszkowej na proces malowania Tribo można przyjąć, że:

- Cząstki farby o wielkości rzędu 20  $\mu\text{m}$  i mniejsze ładują się trudno w wyniku niedostatecznej energii kinetycznej i małej powierzchni zewnętrznej.
- Cząstki farby w granicach ok. 30 – 70  $\mu\text{m}$  powinny stanowić główną frakcję ze względu na efektywność napyłania.
- Cząstki farby powyżej ok. 80  $\mu\text{m}$  osiągają dużą energię kinetyczną i duży ładunek, lecz na tor ich lotu mają znaczny wpływ siły grawitacji i energia odbicia od pokrywanego przedmiotu.

Podczas produkcji farb proszkowych frakcje o najmniejszej i największej granulacji powinny być odsiewane. W przypadku gdy tak nie jest, głównie ze względu na obniżenie kosztów produkcji, dostajemy do malowania farbę proszkową, która w wyniku napyłania ulega wzmożonej segregacji. Szczególnie cząstki najmniejsze są zawracane wraz z odzyskiem do powtórnego napyłania. Po pewnym czasie średnia wielkość cząstek napylanej farby maleje na tyle, że odbija się to na efektywności napyłania. W rezultacie, dla naprawy sytuacji konieczne jest czyszczenie systemu zasilania farbą i utylizacja farby odzyskowej, która nie nadaje się już do użycia.

## Uziemienie

Jakość uziemienia pokrywanych detali przekłada się bezpośrednio na efektywność malowania wykorzystującego zjawiska elektrostatyki. Niedostateczne uziemienie uniemożliwia odbiór ładunków od napyłonych cząstek farby proszkowej powodując w rezultacie nakładanie warstw o zbyt małej grubości. W procesie malowania Tribo szczególnie istotne właściwe uziemienie aplikatorów. To tam dochodzi do separacji ładunków, której skutkiem jest ładowanie cząstek farby. Dla zapewnienia efektywności procesu konieczne jest swobodne odprowadzenie ładunków odebranych przez korpus aplikatora. Niedostateczne uziemienie prócz obniżenia efektywności napyłania będzie przede wszystkim wywoływało zagrożenie pożarem, bądź wybuchem. Aplikator staje się w takiej sytuacji kondensatorem ładunków i po przekroczeniu pewnego progu potencjału będzie się rozładowywał do najbliższego uziemienia.

## Konserwacja urządzeń aplikacyjnych

Efektywność ładowania za pomocą tarcia jest związana, jak wspomniano, z energią kinetyczną cząstek farby. Wzrost prędkości przepływu mieszaniny proszek – powietrze

sprzyja uzyskiwaniu wyższych potencjałów. Prowadzi to w rezultacie do przyspieszenia zużycia elementów urządzeń aplikacyjnych mających bezpośredni kontakt z farbą proszkową. Na agresywne działanie ściernie najbardziej narażone są elementy aplikatora odpowiedzialne za separację ładunków. Postępujące z czasem zużycie prowadzi do pogorszenia efektywności ładowania farby. Dlatego też niezbędna jest regularna kontrola stanu poszczególnych elementów użytkowanych aplikatorów polegająca prócz ogólnych oględzin na sprawdzeniu i porównaniu ich wymiarów bieżących z początkowymi. Podobnie ulegają zużyciu elementy inżektora mające wpływ na właściwe podawanie farby do napyłania.

## **Podsumowanie**

Malowanie proszkowe wykorzystujące zjawisko ładowania poprzez tarcie jest dziedziną stale rozwijającą się, ponieważ coraz szerzej dostępne są farby przystosowane dla tej metody aplikacji. Ze względu na prostotę konstrukcji, urządzenia Tribo są tańszą alternatywą dla wysokonapięciowej aplikacji elektrostatycznej i przez to bardzo często pierwszym sprzętem, jaki jest kupowany przy początkach przygody z malowaniem proszkowym. Nie jest to rozwiązanie szczęśliwe, ponieważ malowanie Tribo jest tylko proste z pozoru, a wpływ czynników zewnętrznych na proces napyłania zbyt duży by mógł być w pełni pod kontrolą. Jest jednak wiele zastosowań gdzie urządzenia Tribo są niezastąpione i jedyne, jak np. przy malowaniu wewnętrznych ścian metalowych zbiorników. Dlatego też wszystkie metody malowania proszkowego współistnieją dając nam możliwość wyboru optymalnego dla nas rozwiązania.

Teraz wiesz więcej – wybór należy do Ciebie

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