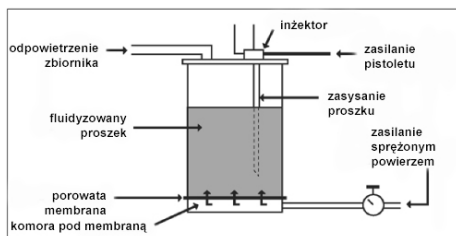


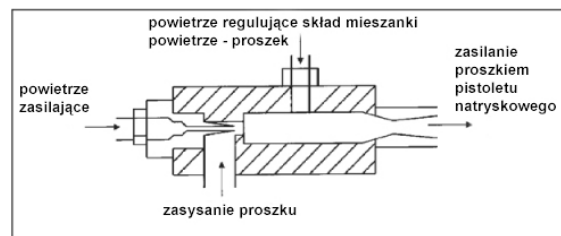
Malowanie proszkowe – to warto wiedzieć.

Malowanie elektrostatyczne farbami proszkowymi

Im więcej czytamy o niezwykłych walorach poszczególnych urządzeń do malowania proszkowego tym bardziej zapominamy o tym, że natryskowe malowanie farbami proszkowymi oparte jest na prostych zasadach fizyki. Wykorzystane one zostały wiele lat temu do opracowania pierwszych urządzeń do aplikacji farb proszkowych, a stan techniki z jakim mamy do czynienia dziś jest prostą konsekwencją postępu w dziedzinie produkcji podzespołów elektronicznych oraz rozwoju technologii materiałów. Pomimo wielu słów napisanych na temat malowania proszkowego, dla poznania przebiegu procesu wystarczające jest przede wszystkim zrozumienie zasad fizyki rządzących malowaniem elektrostatycznym, ponieważ reszta to już tylko mniej lub bardziej pomysłowa konstrukcja, czy zaawansowana technologia wytwarzania. O podstawach natryskowego malowania proszkowego traktuje niniejszy tekst.



rys. 1



rys. 2

Podawanie farby proszkowej do malowania

Farba proszkowa do napyłania jest dostarczana przez producentów zwykle w postaci proszku o granulacji w granicach od ok. 10 μm do ok. 100 μm , z czego ok. 35% ziaren nie powinno przekraczać 35 – 40 μm . Właściwe podawanie farby w urządzeniach do malowania proszkowego decyduje o jakości gotowej powłoki, ponieważ tylko jednorodne i równomierne napyłanie farby pozwala na uzyskanie powłok o jednakowej grubości i wygładzie. Podawanie farby jest wspomagane sprężonym powietrzem. Jest ono wykorzystywane zarówno do fluidyzacji proszku jak i jego dalszego transportu do pistoletu natryskowego. Fluidyzacja proszku to proces, w którym materiał sypki nabiera cech materiałów ciekłych, gdzie zawiesina proszku w powietrzu staje się mieszaniną łatwą do przesyłania w instalacjach pneumatycznych.

Przykładowe rozwiązanie podajnika farb proszkowych przedstawia rysunek nr 1. Można uznać, że większość obecnie stosowanych podajników farb proszkowych działa zgodnie z przedstawionym rozwiązaniem.

Farba proszkowa znajduje się w pojemniku wyposażonym w porowatą membranę stanowiącą dno pojemnika. Pod membraną jest komora, do której dostarczane jest sprężone powietrze. Powietrze to służy do fluidyzacji zgromadzonego w pojemniku proszku, przygotowując farbę do transportu do pistoletu natryskowego. W zależności od ciężaru właściwego farby potrzebna jest różna, ustawiana indywidualnie ilość powietrza do właściwej fluidyzacji. Nadmiar powietrza w zbiorniku jest odprowadzany przez odpowietrzenie. Zespołem pobierającym proszek z podajnika jest inżektor. Stanowi on podstawowy element wykonawczy podajnika, decydujący o właściwym podawaniu proszku do napyłania. Schematyczne rozwiązanie eżektora przedstawia rysunek nr 2. Eżektor działa na zasadzie zwężki Venturi'ego. Powietrze zasilające, pod ciśnieniem podawane przewodem o małej

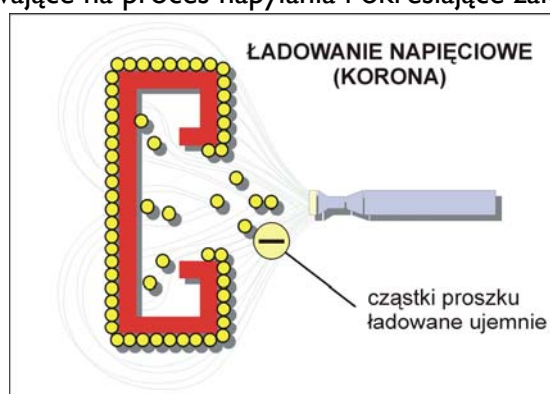
średnicy do komory mieszania wytwarza podciśnienie w przewodzie zasysającym proszek. Mieszanka proszku i powietrza podawana jest dalej do pistoletu natryskowego. Regulując ilość powietrza podawanego do komory mieszania możemy ustalić procentową zawartość proszku w podawanym do pistoletu powietrzu.

Poza opisanym rozwiązaniem podawania farby proszkowej do napyłania są stosowane również inne konstrukcje. Obecnie bardzo popularne i szeroko reklamowane jest podawanie farby bezpośrednio z kartonu (opakowania producenta farby). W rozwiązaniu tym fluidyzację proszku zastąpiono mechanicznym wzburzeniem proszku za pomocą wibracji o odpowiednio dobranej częstotliwości. Tego typu podajniki nie mogą być jednak stosowane do proszkowych farb metalicznych.

Rodzaje ładowania farb proszkowych

Farba proszkowa podawana do pistoletu natryskowego zostaje napyłona na pokrywany detal. Aby malowanie zakończyło się sukcesem i można było napyloną farbą utwardzić tworząc ochronną powłokę malarską, potrzeba by jak najwięcej cząstek farby przywarło do pokrywanego detalu. Do tego wykorzystuje się właściwości elektryczne farb proszkowych. Farby proszkowe stosowane do napyłania wykazują własności dielektryczne. Oznacza to, że cząstki farby mogą magazynować ładunki elektryczne i być ich nośnikami. Elementy napyłane w tej technologii muszą przewodzić ładunki elektryczne (choćby po powierzchni) i być dobrze uziemione. Naładowane cząstki farby przywierają do powierzchni pokrywanego przedmiotu, tworząc powłokę poddawaną dalej obróbce termicznej.

Obecnie są stosowane dwie metody ładowania farb proszkowych: ładowanie napięciowe (korona) i ładowanie tarciove (tribo). Obie metody mają szczególne cechy charakterystyczne wpływające na proces napyłania i określające zakres ich stosowania.



rys. 3

Ładowanie napięciowe

Proces ładowania napięciowego jest przedstawiony schematycznie na rysunku nr 3. Ładowanie i napyłanie farby proszkowej jest realizowane w tej metodzie przy udziale wysokiego napięcia. Urządzenia wykorzystujące tę metodę stanowią zdecydowaną większość użytkowanych obecnie urządzeń do malowania proszkowego.

W pistolecie napięciowym elektroda umieszczona w dyszy natryskowej zasilana jest wysokim napięciem rzędu kilkudziesięciu kV przez generator, w nowych konstrukcjach jest on zabudowany w korpusie pistoletu. Pozwala to na zasilanie pistoletu w bezpieczny sposób, niskim napięciem. Kiedy w układzie elektrycznym pistoletu natryskowego popłynie prąd, pomiędzy elektrodą a najbliższym znajdującym się uziemionym obiektem powstaje pole elektrostatyczne. Linie sił pola rozwijają się od ostrza elektrody do powierzchni obiektu opływając jego krawędzie.

Wolne jony, bądź elektrony są zawsze obecne w otaczającym nas powietrzu. Jeżeli wolne jony znajdują się w silnym polu elektrycznym w sąsiedztwie elektrody pistoletu natryskowego, zaczynają poruszać się zgodnie z liniami sił pola, przyspieszają, nabierając energii wywołują wyładowania koronowe, dzielące molekuly powietrza na jony ujemne i dodatnie. Jeden podział powoduje powstanie dwóch jonów ujemnych i jednego jonu dodatniego. Proces trwa nieprzerwanie, prowadząc do wypełnienia przestrzeni pomiędzy elektrodą pistoletu natryskowego a uziemionym obiektem milionami wolnych elektronów i dodatnich jonów.

Cząstki farby proszkowej przechodząc przez wyładowania koronowe ładują się i podążają wzdłuż linii sił pola elektrostatycznego w kierunku uziemionego obiektu, a osiągając jego powierzchnię przywierają przyciągane siłami prawa Coulomb'a.

Wielkość sił pola elektrostatycznego, kształt i wielkość cząstek farby proszkowej, prędkość i wydatek powietrza transportującego farbę oraz siły grawitacji mają wpływ na powodzenie procesu napyłania przy wykorzystaniu ładowania napięciowego. Właściwy dobór parametrów wpływa w bezpośredni sposób na ilość cząstek farby osiadających na pokrywany przedmiocie.

Linie sił pola elektrostatycznego są bardziej skoncentrowane na krawędziach i obrzeżach pokrywanego przedmiotu, co może prowadzić do osiadania grubszych warstw farby w tych miejscach.

Wolne jony pozostające w dużej ilości w przestrzeni pomiędzy elektrodą pistoletu natryskowego a pokrywany przedmiotem są transportowane z cząstkami naładowanej farby kumulując na powierzchni przedmiotu potencjał elektryczny zwany „ładowaniem powierzchni”. Zbyt duży potencjał może być przyczyną wad powierzchni powłoki.

Ładowanie napięciowe jest nierozdzielnie związane z występowaniem efektu klatki Faraday'a. W wewnętrznych narożach i zagłębieniach pokrywanych przedmiotów pojawiają się problemy z właściwym napyłaniem proszku. Jest to spowodowane przez różną koncentrację pola elektrostatycznego wewnątrz i na zewnątrz pokrywanego przedmiotu. Linie sił pola elektrostatycznego koncentrują się na brzegach i krawędziach zagłębień, ponieważ opór sił elektrostatycznych jest w tych miejscach mniejszy niż wewnątrz nich. Ilość farby proszkowej osiadającej na brzegach zagłębień jest bardzo duża w stosunku do tej, która dostaje się do wewnątrz. Efekt jest potęgowany przez niedostateczne uziemienie pokrywanego przedmiotu.

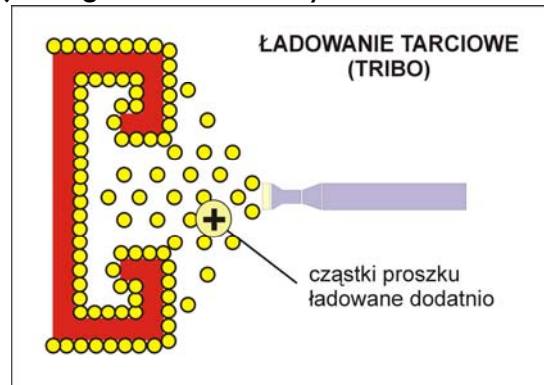
Inną niedogodnością, związaną z procesem ładowania napięciowego jest efekt wstecznej jonizacji. Występuje on w sytuacji zbyt dużego nagromadzenia się ładunków elektrycznych na powierzchni pokrywanego przedmiotu i prowadzi do wyładowań koronowych podobnych do tych, jakie powstają w sąsiedztwie elektrody pistoletu. Wyładowania te powodują powstawanie kraterów na powierzchni powłoki oraz poprzez generowanie dodatnich jonów pogarszają wydajność ładowania napyłanej farby.

Poza wymienionymi powyżej niedogodnościami, nie istnieją żadne ograniczenia stosowania ładowania napięciowego farb proszkowych. Praktycznie wszystkie farby proszkowe dostępne na rynku nadają się do stosowania tej metody napyłania.

Większość pistoletów napięciowych ładuje farby proszkowe ujemnie. Cząstka farby podawana wraz z powietrzem do pistoletu jest elektrycznie obojętna. Przechodząc przez obłok wyładowań koronowych wolne jony oddają elektrony cząstkom farby, które dążąc do uziemienia chcą oddać zmagazynowany ładunek i odzyskać stan elektrycznie obojętny. To powoduje, że cząstki farby proszkowej przywierają do napyłanego przedmiotu. Poszczególne fazy ujemnego ładowania koronowego farb proszkowych wyglądają jak następuje:

- wysokie napięcie jest dostarczane do elektrody w dyszy pistoletu natryskowego
- tworzy się pole elektrostatyczne pomiędzy pistoletem a przedmiotem malowanym

- pole elektrostatyczne wywołuje jonizację powietrza
- jonizacja generuje wyładowania koronowe
- wyładowania koronowe emitują elektrony
- elektrony zbierające się na powierzchni molekuł tlenu formują jony ujemne
- jony ujemne podążają zgodnie z liniami sił pola wywołanymi wyładowaniami elektrycznymi
- cząstki farby zniekształcają pole wokół nich
- zniekształcone linie pola kierują jony na spotkanie cząstek farby
- w chwili zderzenia jonu z cząstką farby dochodzi do wymiany ładunku elektrycznego, prowadzące do ujemnego ładowania farby



rys. 4

Ładowanie tarciove

Proces ładowania tarciovego schematycznie pokazany jest na rys. 4. Jest to sposób na pokonaniu efektu klatki Faraday'a. W pistolecie natryskowym wykorzystującym tę metodę cząstki farby są ładowane elektrycznie poprzez tarcie z materiałem, z którego wykonane są wewnętrzne elementy korpusu pistoletu. Najczęściej stosowanym materiałem do wykonania pistoletów tarciovego jest policzterofluoroetylen, lepiej znany pod nazwą handlową Teflon. Jest on doskonałym odbiorcą elektronów, odbierającym ładunki od cząstek farby przepływających wraz z powietrzem przez cylindryczne kanały pistoletu. Cząstki farby pozbawiane elektronów ładowane są dodatnio, a ujemny ładunek korpusu pistoletu zostaje rozładowany poprzez kabel uziemiający. Dodatkowy ładunek cząstki farby proszkowej zyskują przez tarcie pomiędzy sobą, a także o ścianki przewodu prowadzącego z podajnika proszkowego do pistoletu.

Nie wszystkie farby proszkowe nadają się do ładowania tarciovego. O efektywności tej metody i przydatności do stosowania ładowania tarciovego decydują własności dielektryczne farby. Dobre rezultaty osiągnane są w dość wąskim przedziale oporności właściwych farb proszkowych. Farby o niejednorodnych własnościach elektrycznych, szczególnie zawierające pigment metaliczny mogą być stosowane do ładowania tarciovego w bardzo ograniczonym zakresie. W dodatku pistolety tarciove są bardziej wrażliwe niż napięciowe na wielkość ziaren napyłanej farby. Ogólnie, w pistoletach tarciovego lepiej ładują się większe cząstki farby.

Napyłanie pistoletami tarcioveymi pozwala na eliminację efektu klatki Faraday'a, ponieważ ładowanie dodatnie cząstek farby jest realizowane bez pola elektrostatycznego i wyładowań koronowych. Nie ma produkcji wolnych jonów i nie występuje gromadzenie się farby na obrzeżach wgłębień i naroży.

Dodatkową zaletą ładowania tarciovego jest brak efektu wstecznej jonizacji, co znacznie ułatwia przemaalowywanie wcześniej pokrytych przedmiotów, bądź napyłanie grubych warstw farby w jednej operacji. Na pokrywanej powierzchni nie pojawia się duża

ilość wolnych jonów i dlatego napylenie warstwy o znacznej grubości nie przedstawia dużych trudności. Poza tym metoda ta jest zdecydowanie mniej wrażliwa na wahania jakości uziemienia pokrywanych przedmiotów

Podsumowanie

Ilość oferowanych w kraju rodzajów urządzeń do malowania proszkowego może przyprawić o zawrót głowy. Dostępne obecnie konstrukcje są wyposażone w wiele dodatkowych akcesoriów ułatwiających pracę i polepszających efektywność napyłania farby. Postęp w budowie układów elektrycznych urządzeń napięciowych obniżył zdecydowanie wrażliwość tej metody na występowanie klatki Faraday'a. Wsteczna jonizacja farby też może być znacznie ograniczana. Postęp w technologii produkcji farb proszkowych poszerza wciąż ofertę farb dostępnych do napyłania przy zastosowaniu ładowania tarcowego. Powoduje to zacieranie się zalet i wad obu metod ładowania, otwierając jednocześnie coraz szersze możliwości przed aplikacją farb proszkowych.

Urządzenia do malowania proszkowego są produkowane od kilkadziesiąt lat i jest wiele firm, które oferują dobre, trwałe konstrukcje za niewygórowaną cenę. Ponieważ wybór nie jest łatwy, może lepiej skupić się przy wyborze sprzętu na dodatkowej ofercie sprzedawcy. Powinniśmy, bowiem pamiętać, że nawet najlepszy sprzęt nie maluje sam i do efektywnego wykorzystania zakupionego urządzenia potrzebna jest przede wszystkim wiedza o technologii malowania. Serwis techniczny i pomoc merytoryczna stają się bezcenne w chwili, gdy stajemy przed problemem, którego rozwiązanie zabiera nam czas. A jak wiemy czas to pieniądz.

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