

# Malowanie proszkowe dla opornych cz. IV

---

## WPŁYW APLIKACJI NA BŁĘDY POWŁOKI

Rozpoczynając naszą przygodę z malowaniem proszkowym rozpoczynamy również naszą edukację w tej dziedzinie. Dość szybko okazuje się, że prosta w zapowiedziach technologia posiada trochę tajemnic. Czy tego sobie życzymy czy nie, nabierając doświadczeń uczymy się jak radzić sobie z nieprzewidywanymi sytuacjami. Pojawiające się problemy są często dla nas nowe, a ich przyczyny trudne do określenia. Wtedy szukamy pomocy. Niech ten tekst będzie odpowiedzią na kilka pytań dotyczących wpływu aplikacji farb proszkowych na jakość gotowej powłoki.

### Problemy aplikacji

Przyczyn powstawania błędów jakości gotowych powłok proszkowych jest wiele. Możemy wśród nich wymienić najważniejsze:

- niewłaściwa jakość farby proszkowej
- niewłaściwe przygotowanie powierzchni przed malowaniem
- błędy popełnione podczas nakładania powłoki
- błędy popełnione podczas utwardzania powłoki w piecu

Jeśli postępujemy zgodnie z ogólnymi zaleceniami dotyczącymi nakładania powłok proszkowych powinniśmy uniknąć większości zagrożeń. Spośród wymienionych przyczyn niepowodzeń w malowaniu zdecydowanie największe pole do działania pozostawia nam aplikacja farb proszkowych. O ile jakość stosowanej farby proszkowej jest jedynie wynikiem naszego wyboru, a przygotowanie powierzchni i utwardzanie powłoki bazują na jasnych zasadach, o tyle na sam proces malowania ma wpływ wiele czynników zależnych od nas. Dokładniejsze ich poznanie ułatwi nam pracę.

### Niedostateczne osiadanie proszku

Dla uzyskania doskonałej efektywności procesu malowania najlepiej by było gdyby wszystkie napyłane cząstki proszku osiadały na pokrywanej powierzchni. Z różnych przyczyn tak się nie dzieje i nic w tym dziwnego. Można jednak przyjąć, że dla danego sprzętu aplikacyjnego i konkretnego programu produkcji istnieje średnia wielkość procentowa napylanego proszku, która powinna pozostawać na detalach jako warstwa gotowa do przemiany w powłokę. Po pewnym czasie obserwacji obsługa malarni jest w stanie określić tę wielkość, jak również dość szybko zauważyć istotne pogorszenie się osiadania farby. W przypadku pojawienia się tego typu problemów powinniśmy sprawdzić przede wszystkim trzy podstawowe parametry:

- uziemienie malowanych elementów
- wydatek napylanej farby proszkowej
- napięcie ładowania farby proszkowej

Zakładamy, że sprzęt aplikacyjny, kabina malarska, przenośnik podwieszony, itp. zespoły malarni zostały właściwie uziemione na etapie prowadzenia inwestycji. W takiej sytuacji utrata uziemienia najczęściej jest powodowana przez odkładanie się grubych warstw farby na zawieszkach służących do transportu detali podczas malowania. Poprawność uziemienia może być sprawdzona za pomocą

miernika uniwersalnego. Oporność należy zmierzyć pomiędzy malowanymi detalami a szyną przeniósniaka, bądź kabiną malarską. W przypadku otrzymania wyniku pomiaru większego niż  $1\text{ M}\Omega$  należy przyjąć, że uziemienie malowanych detali jest zdecydowanie niedostateczne. Podana wielkość charakteryzuje stan, w którym odprowadzanie ładunków gromadzących się na pokrywanym detalu praktycznie jest niemożliwe. Rozwiązaniem problemu jest po prostu oczyszczenie zawieszek w celu przywrócenia właściwego przewodzenia ładunków elektrycznych. Czasem, w sytuacjach awaryjnych można ratować się instalując dodatkowy przewód łączący pokrywany element bezpośrednio z uziemieniem.

Zbyt duży wydatek napylanej farby proszkowej często jest przyczyną problemów z jej ładowaniem. Wydajność sprzętu aplikacyjnego w przekazywaniu cząstkom proszku ładunku elektrostatycznego jest wielkością stałą, związaną z konkretną konstrukcją urządzenia. Zwiększając ilość farby podawanej do napyłania ponad zalecane granice pogarszamy jakość jej ładowania. W rezultacie efektywność osiadania proszku na pokrywanym elemencie spada proporcjonalnie do wzrostu ilości proszku trafiającego do odzysku. Jeśli dobrze przyjrzymy się stronie ekonomicznej tego zjawiska, to zauważymy, że nieprzemysłana chęć malowania szybko może być dość kosztowna. Na szczęście rozwiązanie jest proste. Kontrola i ustawienie właściwego wydatku proszku przywróci poprawne i efektywne napyłanie.

W urządzeniach wykorzystujących prąd o wysokim napięciu do ładowania farby proszkowej elementy przekazujące ładunek są umieszczane często w dyszy natryskowej lub w jej pobliżu. Służą one do uzyskania pola elektrostatycznego o odpowiednim potencjale pomiędzy aplikatorem a malowanym detalem. Czasem dochodzi do uszkodzenia któregoś z elementów elektrycznych odpowiedzialnych za generowanie wysokiego napięcia. W przypadku wątpliwości odnośnie napięcia ładowania należy zmierzyć jego rzeczywistą wielkość na dyszy natryskowej aplikatora. Służą do tego dostępne na rynku mierniki wysokonapięciowe. Należy pamiętać o tym, że wielkości wyświetlane na zespole kontrolnym urządzenia aplikacyjnego są generowane w niskonapięciowym obwodzie elektrycznym. Mogą być one mylące, szczególnie w przypadku wystąpienia uszkodzenia w obwodzie wysokonapięciowym znajdującym się w korpusie aplikatora.

Często niedostateczne osiadanie farby proszkowej może być spowodowane również przez czynniki od nas niezależne. Do takich przypadków należy zjawisko klatki Faradaya, występujące wszędzie tam, gdzie rozwinięte w trzech wymiarach detale mają zagłębione otwory tworzące częściowo zamknięte przestrzenie. Angielski fizyk Michael Faraday żyjący w XIX wieku wymyślił ekran mający chronić przed polem elektrostatycznym. Zasada jego działania jest następująca. Ponieważ na powierzchni przewodnika potencjał musi być w każdym punkcie równy, nie następuje wnikanie pola elektrostatycznego do wnętrza metalu. Wynikiem tego we wnętrzu klatki, niezależnie jak silnie jest ona naładowana, nie ma pola elektrostatycznego. Dzięki temu efektowi nie grozi nam dla przykładu porażenie piorunem w czasie podróży jazdy autem. Oczywiście podczas malowania wnętrz szafek ubraniowych, głębokich szuflad, czy metalowych pojemników na śmieci mamy do czynienia tylko z namiastką opisanego zjawiska. Efekt klatki Faradaya może być ograniczony przez zmniejszenie wielkości prądu ładowania farby proszkowej, zastosowanie właściwej dyszy natryskowej dostosowanej do kształtu pokrywanego elementu, kontrolę wydatku napylanej farby oraz regulację odległości aplikatora. Rozwiązaniem eliminującym przyczynę powstawania zjawiska jest zastosowanie sprzętu ładującego proszek poprzez tarcie. Chociaż i w tym przypadku pojawiają się problemy, na przykład z nadmiarem powietrza utrudniającym osiadanie proszku w wewnętrznych narożach.

## Wsteczna jonizacja

Wsteczna jonizacja pojawia się wtedy, gdy pole elektrostatyczne na powierzchni pokrywanego detalu osiąga stan, w którym zaczyna się jonizować powietrze pod napyloną warstwą farby proszkowej. Ilość dostarczanego ładunku nie może być odebrana przez uziemienie, a uwalniane jony utrudniają dalsze osiadanie proszku. Skutkiem wstecznej jonizacji jest powstawanie wad gotowej powłoki.

Najczęstszymi przyczynami występowania problemu są:

- niedostateczne uziemienie
- zbyt duże ładowanie farby
- zbyt mała odległość aplikatora od pokrywanego detalu
- za duża grubość napylanej warstwy proszku
- malowanie wielowarstwowe (dielektryczne własności istniejących warstw utrudniają właściwy odbiór ładunków podczas nakładania kolejnych)

Zapobieganie wstecznej jonizacji wymaga stałej kontroli prądu płynącego w układzie aplikatora. Pomocą w ograniczeniu tego efektu są kolektory jonów oraz automatyczne systemy kontroli prądu płynącego w układzie aplikatora. W przypadku prostszych rozwiązań sprzętu natryskowego pozostaje obniżenie napięcia ładowania napylanej farby i kontrola odległości aplikatora do pokrywanego detalu. Odległość ta powinna wynosić około 25 cm (o ile nie ma specjalnych zaleceń producenta sprzętu aplikacyjnego) i zmiana tej wielkości na własną rękę powinna być dobrze przemyślana.

## Problemy z podawaniem proszku

Wiele niepowodzeń w malowaniu proszkowym jest ściśle związanych z problemami podawania farby do napyłania. Proszek nie jest wdzięcznym medium do transportu w instalacjach pneumatycznych i dlatego pomimo stale udoskonalanych systemów zasilających urządzenia aplikacyjne ta sfera nadal przysparza wiele problemów. Zdecydowana większość malarni stosuje rozwiązania podawania proszku oparte na zbiornikach fluidyzacyjnych i systemach eżektorowych. Ich właściwa obsługa i konserwacja ma kapitalne znaczenie dla jakości uzyskiwanych powłok. W tego typu malarniach najbardziej popularne problemy związane z systemem zasilania proszkiem to między innymi:

### *Podawanie pulsacyjne*

Wyraźnie widoczne falowanie zasilania farby podawanej do napyłania może być spowodowane przez:

- za niskie ciśnienie zasilania sprężonym powietrzem
- za mały wydatek zasilania sprężonym powietrzem (wahania ciśnienia w przypadku zmian wielkości poboru)
- mokre lub zaolejone powietrze zasilania
- załamany lub poskręcany wąż transportujący farbę proszkową
- za długi wąż transportujący farbę
- wyładowania elektryczne pomiędzy cząstkami farby w wężu transportującym farbę
- za duży wydatek farby proszkowej

- niewłaściwą fluidyzację farby proszkowej

Zbyt duża fluidyzacja powoduje problemy z uzyskaniem właściwej proporcji proszek/powietrze, wzmożone wyładowania pomiędzy cząstkami farby w przewodach, plucie farbą przez aplikator, straty wynikające z wydostawania się proszku poprzez pokrywę podajnika

Z kolei zbyt mała fluidyzacja prowadzi do zatykania się elementów zasilania proszkiem i w efekcie do niedostatecznego bądź niejednorodnego podawania farby.

Właściwe ustawienie i regulacja powietrza zasilającego sprzęt natryskowy wymaga wiedzy i doświadczenia ze strony osób obsługujących. Konieczne jest zrozumienie zasady działania pneumatycznych zespołów podających farbę do napyłania. Zaleca się częste sprawdzanie szczelności i stanu węży powietrznych i ich wymianę w przypadku widocznego zużycia. Wydatek podawanej do napyłania farby powinien być systematycznie kontrolowany i regulowany.

### *Niejednorodne podawanie farby*

Dla uzyskania powłoki proszkowej jednorodnej pod względem wyglądu jak również grubości konieczne jest napyłanie farby równomiernym strumieniem przy jej stałym wydatku ilościowym oraz zachowaniu stałej proporcji mieszaniny proszek/powietrze. Niejednorodne podawanie farby może być spowodowane przez:

- zatkany lub zagięty wąż transportujący farbę
- wzmożoną ilość wyładowań pomiędzy cząstkami farby proszkowej
- uszkodzoną elektrodę aplikatora
- przewężenia i niedrożności w aplikatorze

Dobór parametrów wydatku farby proszkowej i ilości powietrza wymaganego dla utrzymywania stabilnych warunków napyłania mają wpływ na jakość malowania. Możliwe skutki ich niewłaściwego doboru mogą być przyczyną problemów wymienionych poniżej.

Zbyt duży wydatek farby proszkowej podawanej do napyłania prowadzi do:

- spiekania się cząstek proszku w wyniku wyładowań elektrycznych
- szybszego zużycia się wewnętrznych zespołów aplikatora mających kontakt z farbą
- obniżenia efektywności napyłania
- niedostatecznej penetracji farby w przestrzenie zagłębione
- niedostatecznego efektu elektrostatycznego (zmniejszone pokrywanie powierzchni detalu po stronie przeciwnej do napylanej)

Z kolei za mały wydatek farby proszkowej podawanej do napyłania prowadzi do:

- plucia farbą przez aplikator
- napyłania powłoki o niedostatecznej grubości
- niedostatecznej penetracji farby w przestrzenie zagłębione

Za duży wydatek powietrza (za wiele powietrza w stosunku do ilości napylanej farby) może być przyczyną:

- niedostatecznej grubości napylanej powłoki
- niedostatecznej penetracji farby w przestrzenie zagłębione
- obniżenia efektywności napyłania
- nakładania grubszych warstw farby na obrzeża i naroża pokrywanego detalu

Zbyt mały wydatek powietrza na fluidyzację proszku może być przyczyną:

- napyłania pulsacyjnego bądź plucia farbą przez aplikator
- konieczności stosowania większego ciśnienia powietrza płynącego przez inżektory
- napyłania niejednorodnej powłoki
- obniżenia efektywności napyłania
- zatykania się przewodów proszkowych

### **Spiekanie się cząstek farby proszkowej**

Występowanie wyładowań elektrycznych pomiędzy cząstkami farby podczas procesu malowania jest zjawiskiem normalnym. Trudno wyobrazić sobie sytuację, w której w polu elektrostatycznym takie wyładowania by nie występowały. Również ładowanie farb proszkowych przez tarcie jest przyczyną przekazywania potencjałów w dość gwałtowny sposób. Wszystko wydaje się być pod kontrolą dopóki w sprawę nie zostanie zaangażowana wilgoć. Z jednej strony zbyt suche powietrze uniemożliwia ładowanie elektrostatyczne. Z drugiej strony zbyt wiele wilgoci na tyle wspomaga transport ładunków, że przysparza problemów ze spiekaniem się farby proszkowej. Nasilenie wyładowań prowadzi do miejscowego wzrostu temperatury, tworzenia się aglomeratów (zbitki cząstek proszku) i osiadania farby na ściankach przewodów. W sytuacji, gdy farba spieka się na elementach wysokonapięciowych aplikatora może dojść do ich uszkodzenia i obniżenia efektywności ładowania. W zależności od przebiegu procesu możemy również spodziewać się wystąpienia wad gotowej powłoki powodowanych przez zaburzenia parametrów zasilania.

### **Zanieczyszczenie jednego produktu drugim**

Zmiana koloru, czy rodzaju napylanej farby jest operacją krytyczną dla procesu malowania. Często, przy braku odpowiedniej dbałości obsługi dochodzi do zanieczyszczenia jednego produktu drugim. O ile zmieszamy farby w podobnym odcieniu i jednorodnie pod względem użytej do produkcji bazy surowcowej to nic wielkiego się nie wydarzy. Jest jednak bardzo wiele przypadków, gdzie ułamek procenta zawartości jednej farby w drugiej powoduje całkowitą zmianę wyglądu powłoki. Dla przykładu, napyłana przez nas gładka, błyszcząca farba może w wyniku domieszki innego produktu zmienić się w powłokę matową. Zanim zostaną przywrócone stabilne warunki malowania, strata czasu i pieniędzy będą nie do uniknięcia. Warunkiem eliminującym powstawanie problemu zanieczyszczeń podczas zmiany napyłanych produktów jest bardzo dokładne oczyszczenie wszystkich zespołów mających kontakt z farbą: kabiny natryskowej, systemu odzyskowego, podajnika farby, eżektorów, węży transportujących proszek oraz aplikatorów.

## Zanieczyszczenia obce

Kabiny do malowania proszkowego, co prawda kształtem nie przypominają odkurzaczy, ale mają z nimi bardzo wiele wspólnego. Podczas malowania, ze względu na wymogi bezpieczeństwa pożarowego skład mieszaniny proszek powietrze musi być utrzymywana pod kontrolą. Dlatego też wszystkie kabiny malarskie są wyposażone w urządzenia wentylacyjne pobierające powietrze z pomieszczenia malarni. W otworach kabiny wymuszany jest przepływ powietrza do wewnątrz i od razu nasuwa się analogia z odkurzaczem. Wiele z zanieczyszczeń krążących w powietrzu zostaje zasysanych i wraz z napylaną farbą proszkową nałożonych na powierzchnię pokrywanego elementu. Tak się niestety składa, że wiele z wtrąceń widocznych jako wada gotowej powłoki bardzo dobrze się łąduje elektrostatycznie. Jedynym skutecznym sposobem zapobiegania powstawaniu omawianego zjawiska jest zachowaniu czystości w pomieszczeniu malarni. Dlatego też bardzo ważne dla uzyskiwania dobrych jakościowo powłok jest odseparowanie przestrzeni wykorzystywanej do malowania proszkowego od innych działów produkcji (spawalnia, obróbka mechaniczna, itp.), a także czasem równie niebezpiecznego środowiska zewnętrznego.

Odpowiedzi na kolejne pytania pojawią się niebawem.

© mgr inż. Andrzej Jelonek

Tensor Consulting

[ajelonek@tensor.com.pl](mailto:ajelonek@tensor.com.pl)