

## Malowanie proszkowe – to warto wiedzieć.

### Nigdy dość wyjaśniania zasad technologii malowania proszkowego.

Pytanie, co robimy gdy mamy problemy z jakością nakładanych powłok proszkowych ma co najmniej dwie odpowiedzi. Jeśli malujemy od dłuższego czasu i przyzwyczailiśmy się do sytuacji awaryjnych, mamy doświadczenie i wiedzę na temat procesu malowania, to potraktujemy występujące problemy jako coś normalnego. Coś, co zawsze się może zdarzyć, choć nie musi. Jeśli zaczynamy naszą przygodę z malowaniem proszkowym, to najczęściej wpadamy w panikę i szukamy po omacku najprostszyc rozwiązań. Farba proszkowa staje się pierwszą ofiarą podejrzeń. Jeśli jej jakość nie budzi wątpliwości, wtedy dopiero mamy prawdziwy problem. Rozwiązania należy bowiem szukać posiłkując się wiedzą na temat technologii malowania proszkowego i doświadczeniem, których to narzędzi nam brak. Zaczynamy słuchać rad znajomych osób, wykonujemy irracjonalne posunięcia. A wszystko to kosztuje nasze pieniądze i czas. Dlatego też poświęcam niniejszy tekst wszystkim, którzy pierwsze większe kłopoty z malowaniem proszkowym mają przed sobą. Postaram się opowiedzieć o tym co jest w malowaniu proszkowym normą, a co powinno budzić zaniepokojenie.

### Co jest stanem normalnym

Malowanie elektrostatyczne farbami proszkowymi jest technologią dość młodą i stale rozwijającą się. Wiele obiegowych opinii na temat przyczyn problemów z uzyskaniem właściwej jakości powłok dość szybko się dewaluuje i stanowi problem dla tych, którzy zaczynając swoją przygodę z malowaniem starają się zbierać tzw. fachowe opinie. Przede wszystkim należy pamiętać, że malowanie proszkowe jest złożonym procesem technologicznym, na który ma wpływ bardzo wiele czynników i niemal te same przyczyny mogą wywoływać w różnych malarniach błędy powłoki różniące się wyglądem i stopniem nasilenia. Dlatego też w naszej drodze do uzyskania optymalnej jakości powłok powinniśmy wiedzieć i pamiętać, co następuje:

#### 1. Produkcja i mieszanie

Farby proszkowe są produkowane w procesie technologicznym, stanowiącym cykl zamknięty. Kolor farby i efekt wizualny powłoki są wynikiem użytych surowców i po zakończeniu produkcji nie powinny być poddawane żadnym modyfikacjom. Pigmenty są mieszane z innymi surowcami w pierwszym etapie produkcji i dlatego też każdy kolor musi być wytwarzany jako odrębny produkt. Mieszanie dwu farb proszkowych jest zawsze związane z ryzykiem. Surowce stosowane do produkcji różnych farb w wielu przypadkach nie są ze sobą kompatybilne. Dlatego też wynik mieszania farb jest niemożliwy do przewidzenia.

#### 2. Standard kolorystyczny

Farby proszkowe są produkowane przede wszystkim w kolorystyce opartej o standard RAL. Wszyscy producenci farb uznali ten standard jako podstawowy. Obecnie klasyczny RAL obejmuje ponad 200 kolorów oznaczanych czterocyfrowym kodem. Pierwsza cyfra określa grupę kolorów, pozostałe cyfry określają jednoznacznie odcień. Przykład oznaczenia kolorów RAL możemy zobaczyć w tabeli 1.

RAL 1000 beżowozielony	RAL 2000 żółtopomarańczowy	RAL 3000 czerwony płomienny	RAL 4010 karmazynowy	RAL 5014 niebieski gołębi	RAL 5017 niebieski- sygnałowy
RAL 6011 zielona rezeda	RAL 6015 czarna oliwka	RAL 7000 szary	RAL 7035 szary jasny	RAL 8017 brązowoczekoladowy	RAL 9017 czarny sygnałowy

Innymi systemami kolorystycznymi stosowanymi w produkcji farb proszkowych są między innymi: RAL Design (rozwińnięcie kolorystyczne RAL), NCS (Natural Color System) i BS (British Standard). Są one jednak traktowane jako standardy dodatkowe i w znikomych przypadkach występują jako standardy produkcyjne dostępne bez konieczności zamawiania produkcji. Wybór koloru nie określa jednoznacznie wyglądu powłoki, ponieważ stopień połysku ma wpływ na wizualny odbiór koloru. Dlatego też Instytut RAL dostarcza producentom farb dwa oddzielne wzorce dla każdego koloru RAL – dla powłok błyszczących i dla powłok matowych. Jeżeli na paczkach farb dostarczanych przez producenta farb znajduje się określenie koloru RAL i określenie połysku, to powinniśmy spodziewać się, że farba ma jednoznacznie określony kolor. Niestety farby w tym samym kolorze RAL od różnych producentów często się wizualnie różnią, co świadczy o nie trzymaniu się standardu.

### 3. Rodzaje farb proszkowych

Farby proszkowe dostępne na rynku dzielą się głównie na dwie grupy różniące się pod względem planowanych zastosowań. Podział dotyczy sposobu wykorzystania gotowych powłok: zastosowania wewnątrz pomieszczeń (bez narażenia na działanie warunków atmosferycznych i promieniowania ultrafioletowego) oraz zastosowania w warunkach na zewnątrz pomieszczeń (gdzie wymagana jest pełna odporność na warunki atmosferyczne). Każdy z producentów farb oznacza jednoznacznie zakres stosowania oferowanego produktu. Dla uniknięcia nieporozumień należy jednak wiedzieć, że:

- Farby na bazie żywic epoksydowych i mieszanek żywic poliestrowych i epoksydowych są przeznaczone do stosowania wewnątrz pomieszczeń. Nie nadają się do stosowania na zewnątrz ponieważ żywica epoksydowa i zawarte w farbie pigmenty ulegają destrukcji w wyniku działania promieniowania ultrafioletowego. Poza tym zawarty w farbie wypełniacz jest również mało odporny na warunki atmosferyczne. Wyjątkiem od zasady jest stosowanie farb na bazie żywic epoksydowych do wykonywania grubowarstwowych powłok np. na elementach zaworów wodnych zakopywanych w ziemi.
- Do stosowania w kontakcie z warunkami atmosferycznymi produkowane są farby na bazie żywic: poliestrowych, poliuretanowych, akrylowych i różnych mieszanek wymienionych żywic. Zostały w praktyce przyjęte dwa stopnie odporności na warunki atmosferyczne w zależności od zakresu zastosowania: farby przemysłowe są stosowane na elementy mniej odpowiedzialne (meble ogrodowe, rowery i sprzęt sportowy, szafki rozdzielcze itp.), farby architektoniczne są stosowane na elementy bardziej odpowiedzialne i przewidziane do długotrwałego użytkowania (metalowe okna, drzwi, elementy fasad budynków itp.).

Technologia wykonywania powłok za pomocą farb proszkowych pozwala na uzyskanie powłok o różnym efekcie wizualnym. Wśród najbardziej popularnych możemy wymienić:

- Powłoki gładkie od błyszczących do głęboko matowych.
- Powłoki o drobnej strukturze (wygląd powłoki przypomina gruboziarnisty papier ścierny). Powłoki te są dostępne przeważnie matowe.
- Powłoki o grubej strukturze błyszczące i matowe (wygląd powłoki przypomina trochę skórę pomarańczy).

Połysk jest jednoznacznie określany za pomocą sprzętu pomiarowego dla powłok gładkich. W przypadku powłok strukturalnych niejednorodne odbicie światła uniemożliwia uzyskanie wiarygodnego pomiaru.

Przy wyborze farby dla planowanych zastosowań należy dokładnie przestrzegać zaleceń producenta. Każdy z odpowiedzialnych producentów farb proszkowych dostarcza swoim klientom wraz z farbą wiedzę techniczną odnośnie jej stosowania. Jeśli brak nam wsparcia technicznego ze strony dostawcy farb, to ze swoimi problemami zostaniemy sami.

#### 4. Przygotowanie powierzchni przed malowaniem

Przyczepność farb proszkowych do podłoża i tym samym w znacznym stopniu własności ochronne powłoki są zależne głównie od właściwego przygotowania powierzchni przed malowaniem. To przygotowanie powierzchni decyduje o tym jak długo powłoka będzie użytkowana bez widocznych śladów korozji. Jest wiele nieporozumień na temat konieczności i sposobów obróbki powierzchni i dlatego trzeba pamiętać, że:

- Przygotowanie powierzchni jest zależne od spodziewanego środowiska, w którym będzie użytkowana powłoka. Powłoki użytkowane wewnątrz pomieszczeń nie wymagają tak dobrego przygotowania przed malowaniem jak np. powłoki architektoniczne.
- Przyczepność powłok do podłoża jest bezpośrednio związana z właściwie przeprowadzonym przygotowaniem powierzchni. Zła przyczepność bezpośrednio po nałożeniu powłoki jest przeważnie rezultatem braku lub błędnie przeprowadzonego przygotowania powierzchni.
- Proste jednozabiegowe sposoby przygotowania powierzchni mają niewątpliwe zalety, lecz zakres ich zastosowania jest ograniczony do powierzchni użytkowanych wewnątrz pomieszczeń.
- Mechaniczne przygotowanie powierzchni (obróbka strumieniowo-ścierna) jako jedyna operacja przygotowania podłoża przed malowaniem może być przyczyną wad powłoki. W procesie mechanicznym nie ma możliwości odtłuszczenia powierzchni.
- Stal i metale kolorowe wymagają różnego przygotowania powierzchni i mają różną odporność korozyjną.
- Stopy aluminium stosowane w architekturze powinny być przygotowywane przed malowaniem zgodnie z wytycznymi Qualicoat lub GSB. Jedynie przygotowanie akceptowane przez te standardy pozwala na bezpieczne i bezproblemowe stosowanie powłok proszkowych w architekturze.
- Powierzchnie stalowe wymagają szczególnej dbałości, o ile planujemy eksploatację powłok w warunkach atmosferycznych. Wskazane jest stosowanie powłok cynkowych jako podkład pod powłoki proszkowe lub zestawów malarskich o podwyższonej odporności. Powłoki fosforanowe jako przygotowanie na warunki atmosferyczne to za mało.

Ze względu na bardzo istotny wpływ przygotowania powierzchni na jakość i trwałość powłok proszkowych zastosowanie konkretnych metod i środków wymaga konsultacji ze strony dostawców. Dlatego też należy unikać przypadkowych ofert na rzecz stałej współpracy z rzetelnymi firmami. Podchodząc do sprawy statystycznie, większość wad gotowych powłok proszkowych ma swoje korzenie w złym przygotowaniu powierzchni.

#### 5. Napylenie farb proszkowych

Elektrostatyczne napylenie farb proszkowych jest realizowane za pomocą dwu metod: wspomaganej wysokim napięciem (Korona) i trybostatycznej (Tribo). Obie wykorzystują właściwości dielektryczne farb, lecz w inny sposób. Ten fakt ma wiele dalszych konsekwencji. Przekładają się one różnice i ograniczenia w stosowaniu. Podchodząc do problemu skrótowo należy pamiętać że:

- Obie metody napylenia istnieją równolegle, mają zalety, wady i żadna z nich nie jest w pełni uniwersalna. Opowieści o wyższości jednej z metod, to głównie zabiegi marketingowe sprzedawców sprzętu do malowania.
- Sprzęt aplikacyjny napięciowy (Korona) daje szerszą możliwość kontroli procesu napylenia. Dotyczy to zarówno grubości powłoki, jak i dostosowania procesu do kształtu pokrywanego detalu.

- Sprzęt aplikacyjny Tribo pozwala na łatwiejsze pokrywanie wielu elementów o skomplikowanych kształtach, tam gdzie istnieją problemy z efektem klatki Faradaya.
- Jeżeli planujemy napyłanie farb o specjalnych efektach, szczególnie farby zawierające pigment metaliczny, powinniśmy stosować sprzęt napięciowy (Korona). Dostosowywanie farb metalicznych do aplikacji Tribo jest kompromisem, który jest wywołany potrzebą rynku.
- Powłoki wykonywane sprzętem napięciowym (Korona) i Tribo zawsze różnią się od siebie. W przypadku farb kryjących w kolorach RAL różnice mogą być nie tak duże, lecz w przypadku farb o specjalnych efektach są bardzo widoczne.
- Wybór sposobu napyłania farb proszkowych powinien być poprzedzony analizą techniczną i ekonomiczną. Obie metody mają szeroki zakres stosowania gdzie mogą być wykorzystywane zamiennie.
- Wybór sprzętu na napyłania farb, to decyzja na lata. Dlatego też powinien być dobrze przemyślany.

Wpływ rodzaju i poprawności napyłania farb proszkowych na jakość gotowej powłoki jest stosunkowo łatwy do zdiagnozowania. Popelniane najczęściej błędy są spowodowane brakiem kontroli grubości napyłanych powłok, złym podawaniem farby, czy jej niewłaściwym ładowaniem. Uzyskanie jednak pełnej powtarzalności napyłania powłok proszkowych o dobrej jakości jest niemożliwe bez profesjonalnego sprzętu aplikacyjnego i wsparcia technicznego ze strony dostawcy urządzeń. Poza tym nawet najlepszy sprzęt źle, bądź zbyt rzadko serwisowany będzie źródłem wad napyłanych powłok.

## **6. Utwardzanie farb proszkowych**

Właściwe utwardzenie farby proszkowej ma decydujące znaczenie dla właściwości mechanicznych gotowej powłoki. Zawsze należy powtarzać prostą zasadę, że czas utwardzania powłoki podawany przez producenta farby odnosi się do rzeczywistego przedziału czasu, w którym pokryty element przebywa w piecu od momentu ogrzania się do wymaganej temperatury utwardzania farby do momentu opuszczenia pieca. Aby farba była właściwie utwardzona w piecach konwekcyjnych, konieczne jest ogrzanie do wymaganej temperatury całego napyłonego elementu. Zasada ta musi być bezwzględnie przestrzegana, ponieważ:

- Farba proszkowa uzyskuje pełne własności mechaniczne i odporności chemicznej w momencie uzyskania właściwego stopnia usieciowania.
- Czas przebywania pokrytych elementów w piecu jest bezpośrednio związany z ich masą (całkowitą pojemnością cieplną elementów przebywających jednocześnie w piecu) i mocą grzewczą pieca. Dlatego też konieczne jest dokładne śledzenie temperatury w piecu podczas utwardzania farby.
- Dla wielu powłok proszkowych nie jest obojętne jak przebiega proces utwardzania. Znaczny spadek temperatury podczas utwardzania (np. w piecach komorowych bezpośrednio po wjeździe napyłonych elementów) może być przyczyną powstawania wad gotowej powłoki.
- Należy przestrzegać dokładnie temperatur utwardzania podawanych przez producentów farb. Jeżeli temperatura w piecu jest zbyt niska, pomimo długiego czasu utwardzania powłoka nie osiągnie wymaganych własności mechanicznych i chemicznych. Zbyt duża temperatura prowadzi do stopniowej destrukcji użytej do produkcji farby żywicy.
- Część farb proszkowych jest stabilna w ograniczonym zakresie na długotrwałe działanie podwyższonych temperatur. Dlatego też możemy spodziewać się zmiany koloru powłok proszkowych podczas utwardzania, przy znacznym przekroczeniu czasów zalecanych przez producentów farb.

Utwardzanie farby proszkowej jest ostatnim etapem procesu tworzenia powłoki i ze względu na efekt końcowy najważniejszym. Wiele błędów popełnionych wcześniej, podczas poprzednich etapów procesu ujawnia się właśnie pod wpływem działania wysokiej temperatury. Najczęściej ciepło uwidacznia problemy przygotowania powierzchni przed malowaniem. Często jest również niedoceniana konieczność właściwego serwisowania pieców do utwardzania powłok proszkowych. Prowadzi to do wielu nieporozumień, ponieważ wadliwa praca pieca jest często błędnie rozpoznawana jako problem jakości farby proszkowej.

## **Co powinno budzić niepokój**

Dopóki wykonywane przez nas powłoki spełniają spodziewane wymagania jakościowe nie poświęcamy zbyt wiele uwagi mogącym wystąpić problemom. Kiedy jednak problemy się pojawiają, lepiej jest gdy jesteśmy na nie przygotowani. Warto wiedzieć, co powinno budzić nasz niepokój.

### **I. Kłopoty z napyleniem powłoki**

Kłopoty z napyleniem farb proszkowych występują bardzo często. Wiele czynników ma wpływ na właściwe napylenie. Wśród nich można wybrać występujące najczęściej i przypisać im charakterystyczne objawy, jak poniżej:

- Złe uziemienie pokrywanego elementu zawsze będzie powodem uzyskiwania zbyt cienkiej powłoki i małej efektywności napylenia. Bardzo mała część napylanej farby będzie na pokrywanym elemencie, reszta będzie zalegać w kabinie. Dodatkowym efektem będą wyładowania elektryczne, a w przypadku napylenia ręcznego zawracanie farby i osiadanie jej na operatorze aplikatora.
- Zbyt mały ładunek dostarczany napylanym cząsteczkom farby jest przyczyną otrzymywania zbyt cienkich powłok, małej efektywności osiadania farby na pokrywanym elemencie.
- Zbyt duży wydatek farby prowadzi do małej efektywności osiadania farby na elemencie pokrywanym w stosunku do wielkości przepływu przez aplikator. W rezultacie farba będzie zalegać w kabinie, lub również poza nią w przypadku niewydolnych systemów odzyskowych.
- Zbyt duży ładunek dostarczany farbie podczas napylenia powoduje wiele problemów. Najbardziej widoczne są trudności z właściwym i równomiernym osiadaniem farby na pokrywanym elemencie. W przypadku pokrywania elementów o złożonych kształtach właściwe ich napylenie staje się niemożliwe.

### **2. Powłoka źle przylega do podłoża**

Właściwie wykonane powłoki proszkowe mają bardzo dobrą przyczepność do podłoża. Są elastyczne i odporne na uderzenia. Jakikolwiek oznaki utraty przyczepności utwardzonej powłoki powinny być sygnałem do sprawdzenia poszczególnych etapów procesu malowania. Bezpośredni wpływ na złe przyleganie powłok proszkowych mają:

- Brak przygotowania powierzchni.
- Wadliwie przeprowadzone przygotowanie powierzchni.
- Niedostateczne utwardzenie powłoki.

O ile pojawi się problem z przyczepnością powłoki proszkowej najprawdopodobniej nie jest on związany z wadliwą jakością farby proszkowej. Takie sytuacje zdarzają się niezwykle rzadko.

### **3. Niejednorodny wygląd i barwa powłoki**

Przyczyn niejednorodnego wyglądu powłoki może być kilka. Wśród najbardziej oczywistych można wymienić następujące:

- Efekt skórki pomarańczowej pojawia się na gładkich powłokach, kiedy farbie podczas napyłania dostarczany jest zbyt duży ładunek elektrostatyczny. Źle rozumiane dążenie do jak największej wydajności napyłania prowadzi do zwiększania napięcia i prądu ładowania, co w rezultacie przeładowuje farbę. Występowanie skórki pomarańczowej znacznie pogarsza efekt wizualny powłoki. Jest to najpopularniejszy problem podczas aplikacji farb proszkowych.
- Nierównomierna grubość powłoki proszkowej powoduje, że w pewnych miejscach powłoka jest zbyt cienka. Rezultatem jest niepełne pokrycie podłoża. Widoczny efekt jest w związku z tym rezultatem nałożenia się koloru podłoża i cienkiej warstwy farby.
- Żółte bądź brunatne plamy na powłoce proszkowej najczęściej są spowodowane niewłaściwym przygotowaniem powierzchni, a właściwie niedostatecznym jej odtłuszczeniem. Jeżeli na powierzchni malowanego elementu znajdują się jakiegokolwiek tłuste pozostałości, to możemy mieć pewność, że pojawią się jako wada gotowej powłoki. W przypadku spawanych przekrojów zamkniętych jest bardzo prawdopodobne, że nieusunięty z wewnątrz tłuszcz wypłynie poprzez spoiny i zabarwi powłokę.
- Przyciemnienia i zażółcenia powłok miejscowe, czasem występujące na całej powierzchni detali są powodowane przez niewłaściwe utwardzanie powłoki. Szczególnie są widoczne na jasnych odcieniach farb. Jest to wynik destrukcyjnego działania temperatury na żywicę, podstawowy składnik farby. Zbyt duża temperatura, czy zbyt długi czas przebywania w piecu może mieć wpływ na wygląd powłoki.

#### **4. Obce wtrącenia w gotowej powłoce**

Obce wtrącenia w powłoce proszkowej są w większości przypadków wynikiem braku zachowania odpowiedniej czystości podczas procesu malowania. Pierwsze podejrzenie pada niemal zawsze na niewłaściwą jakość farby proszkowej, lecz są to naprawdę wyjątkowe sytuacje, kiedy farba zostaje zanieczyszczona podczas procesu produkcyjnego. Znacznie częściej mamy do czynienia z kurzem, pyłem, włóknami z materiałów tekstylnych, itp. Z zanieczyszczeniami znajdującymi się w pomieszczeniu malarni i wraz z kierunkiem przepływu powietrza transportowanymi do kabiny natryskowej i dalej napyłanymi wraz z farbą. Poza tym często mamy do czynienia ze źle wypłukanymi opiłkami z operacji obróbki mechanicznej, czy innymi zanieczyszczeniami przenoszonymi na powierzchni pokrywanego elementu. Wszystkie te zanieczyszczenia będą widoczne jak wada gotowej powłoki. Większość z nich podczas utwardzania wypłynie na powierzchnię.

#### **5. Kratery do podłoża w powłoce**

Kratery powstające na powłoce proszkowej podczas utwardzania są widocznym efektem odgazowywania podłoża. Poza poważnym defektem estetycznym, stanowią nieciągłość powłoki otwierając drogę dla korozji. Powodów odgazowywania powierzchni może być kilka:

- Brak przygotowania powierzchni przed malowaniem lub niewłaściwe płukanie mogą być przyczyną gazowania. Pozostałe na powierzchni detalu związki mogą reagować w podwyższonej temperaturze.
- W przypadku odlewów wszelkiego rodzaju w warstwie wierzchniej są często uwięzione gazy, które w podwyższonej temperaturze są uwalniane.
- W przypadku materiałów poddawanych obróbce plastycznej warstwa powierzchniowa jest często zanieczyszczona środkami smarnymi odparowującymi w podwyższonej temperaturze.

- W przypadku stali ocynkowanej ogniowo niewłaściwa jakość stopu cynku, brak przygotowania materiału podłoża i niewłaściwy przebieg procesu mogą być przyczyną odgazowywania warstwy wierzchniej.

Walka z kraterami powstającymi na powierzchni powłoki proszkowej nie jest łatwa, bo często nie mamy wpływu na jakość materiału jaki malujemy. Dostępne środki poprawiające właściwości farby proszkowej poprzez umożliwienie częściowego odgazowania powierzchni podłoża podczas utwardzania rozwiązują problem jedynie częściowo.

#### **Podsumowanie**

Po przeczytaniu tekstu niniejszego artykułu większość z Państwa prawdopodobnie wruszy ramionami i pomyśli, że wszystko, co zostało napisane jest przecież dobrze znane. Tak, zgadam się z Państwem. Jest jednak jeden powód, dla którego należy powtarzać wielokrotnie pewne sekwencje myślowe. Ilość oczywistych nieporozumień i przesądów krążących pomiędzy malarniami proszkowymi, a odnoszących się do zwykłej wiedzy technicznej z zakresu technologii malowania jest na tyle duża, że należy z coś z tym zrobić. Brak dostępnej literatury w języku polskim dodatkowo pogłębia ten stan. Dlatego proszę potraktować niniejszy tekst jako wkład autora w propagowanie rzetelnej informacji.

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